



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI – UNIVATES
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E SOCIAIS
CURSO DE *DESIGN*

**USO DA BIÔNICA COMO FERRAMENTA PARA A CRIAÇÃO DE
SOLA DE SAPATO ANTIDERRAPANTE PARA PESSOAS COM
DIFICULDADE DE LOCOMOÇÃO EM DECORRÊNCIA DA IDADE**

Leticia Furlanetto

Lajeado, Novembro de 2019

Leticia Furlanetto

**USO DA BIÔNICA COMO FERRAMENTA PARA A CRIAÇÃO DE
SOLA DE SAPATO ANTIDERRAPANTE PARA PESSOAS COM
DIFICULDADE DE LOCOMOÇÃO EM DECORRÊNCIA DA IDADE**

Monografia apresentada ao curso de *Design*
da Universidade do Vale do Taquari –
UNIVATES como parte da exigência para a
obtenção do título de Bacharel em *Design*.

Orientador: Prof^a. D.ra Sílvia Trein Heimfarth
Dapper

Lajeado, Novembro de 2019

Leticia Furlanetto

**USO DA BIÔNICA COMO FERRAMENTA PARA A CRIAÇÃO DE
SOLA DE SAPATO ANTIDERRAPANTE PARA PESSOAS COM
DIFICULDADE DE LOCOMOÇÃO EM DECORRÊNCIA DA IDADE**

A banca examinadora abaixo aprova a Monografia apresentada na disciplina Trabalho de Conclusão de Curso II, na linha de formação específica em *Design*, da Universidade do Vale do Taquari UNIVATES, como parte da exigência para a obtenção do título de Bacharel em *Design*:

Prof^a. D.ra Sílvia Trein Heimfarth Dapper
Universidade do Vale do Taquari - UNIVATES

Prof^a M.e Bruno da Silva Teixeira
Universidade do Vale do Taquari - UNIVATES

Prof. M.e Bruno Souto Rosselli
Universidade do Vale do Taquari - UNIVATES

Lajeado, 03 de Dezembro de 2019

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à minha família por todo apoio, amor e carinho a mim prestados durante todas as etapas da minha vida e em específico a fase da graduação. Minha mais sincera gratidão, em especial a minha mãe, Marilene, por ser minha inspiração, me acompanhar e orientar. A meu pai, José, obrigada por todo incentivo, dedicação e por não medir esforços para proporcionar a melhor educação possível a mim e a minha irmã. Sinto-me uma pessoa privilegiada e honrada em tê-los como pais. A minha irmã, Maria Tereza, por todos os estímulos e ajudas nos momentos em que pensei em desistir.

A meus amigos, pelo apoio e incentivo em todos meus projetos e ideias, a meus colegas de trabalho e as todas as pessoas que passaram por minha vida e deixaram ensinamentos, a meus colegas da faculdade que dividiram esta etapa comigo e a meus amigos e colegas de intercâmbio que me fizeram amadurecer e perceber o mundo com um olhar mais empático.

A meus professores, que ao longo da graduação dividiram seus conhecimentos e exerceram com plenitude o ato de ensinar. Tenho imensa admiração e sou profundamente grata por tudo que aprendi como profissional e como indivíduo para tornar uma sociedade melhor. Agradeço em especial, minha orientadora Doutora Silvia Trein Heimfarth Dapper, por toda contribuição no desenvolvimento deste trabalho e os professores Mestre Bruno da Silva Teira e Mestre Bruno Souto Rosselli, que compuseram minha banca e ao Doutor Hélio Dorneles Etchepare contribuindo e colaborando com recomendações a este estudo.

Por fim, em especial, dedico este trabalho de conclusão de curso a minha avó Terezinha, que infelizmente partiu neste ano, porém deixa sua trajetória como exemplo de humildade e empatia.

Muito obrigada a todos.

RESUMO

As necessidades de soluções de problemas sociais produzem na sociedade por muitas vezes um olhar mais distante e inadequado, porém confere ao *design* uma grande área de exploração. O presente trabalho é o resultado de estudos do *design* orientado por critérios sociais com uso da biônica como ferramenta de criação. Tem como foco a criação de um produto para inibição de eventos de quedas da população idosa, iniciando com apresentação e definição sobre quais são as situações em que esta população se apresenta bem como a caracterização das causas e consequências dos eventos de queda. Busca-se uma compreensão sobre aspectos ergonômicos do calçado e antropométricos da região do pé, questões históricas relacionadas aos calçados e características estruturais e de materiais. São levantados aspectos referente a biônica e sua aplicação no projeto de produtos bem como casos de inspirações para aderência, sendo assim, o projeto é guiado pela proposta metodológica de Kindlein e Guanabara (2002). Realizou-se desta maneira, a criação, prototipação e testes de um produto final para verificação dos requisitos pretendidos e comprovação de eficácia quanto a característica antiderrapante desejada. Por fim, chega-se a uma conclusão preliminar que norteia aspectos positivos e negativos do projeto com a pretensão de novas criações que supram a necessidade do objetivo de aplicar a ferramenta da biônica na criação de uma sola de sapato antiderrapante para evitar quedas de idosos em pisos escorregadios.

Palavras-Chave: *Design; Quedas; Idosos; Biônica; Solado; Antiderrapante; Projeto.*

ABSTRACT

The needs of solutions to social problems often produce in society a more distant and inopportune look, but it gives the design a great area of exploration. The present work is the result of studies and consideration of the practice of design guided by social criteria with the use of bionics as a tool of creation. It focuses on the creation of a product to inhibit the fall events of the elderly population, starting with the presentation and definition of the situations in which this population presents itself and the characterization of the causes and consequences of fall events. An understanding of the ergonomic of footwear and foot anthropometrics aspects, historical issues related to footwear, and structural and material characteristics is sought. Aspects related to bionics and its application in the design of products as well as cases of inspirations for adhesion are raised, so the project is guided by the methodological proposal of Kindlein and Guanabara (2002). In this way, some preliminary studies were carried out, culminating in the creation, prototyping and testing of a final product to verify the desired requirements and to prove efficacy with regard to the desired anti-slip characteristics. Finally, we arrive at a preliminary conclusion that guides the positive and negative aspects of the project with the pretension of new creations that fulfill the necessity of the objective of applying the tool of the bionics in the creation of a non-slip shoe sole to avoid falls of the elderly in slippery floors.

Keywords: Falls; Elderly Population; Bionics; Sole; Non-slip; Design; Project

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Morfologia do tornozelo e do pé.....	28
Figura 2 - Esqueleto ósseo do pé.....	29
Figura 3 - Foto do calçado primitivo encontrado na Armênia no ano de 2008 (A); Pinturas do período paleolítico de homens calçados das cavernas do leste da Espanha (B).....	33
Figura 4 - Representação da forma extrema do poulaine ou crackowe, em Chronique d' Angleterre (A) e reconstrução do sapato (B).	34
Figura 5 - Partes que compõem um calçado e delimitações dos itens do solado.	36
Figura 6 - Previsão do consumo mundial de material para solado no ano de 2005..	38
Figura 7 - Lagartixa Tokay, espécie originária na Malásia (A); Estruturas presentes na pata de uma lagartixa semelhantes a laminas finas que permitem a aderência em superfícies verticais (B).....	43
Figura 8 - Estruturas semelhantes a uma seta, presente na lâmina dos dedos das patas das lagartixas (A); nas extremidades de cada seta, possui uma grande quantidade de estruturas chamadas de espátulas (B).....	44
Figura 9 - TacTiles, material adesivo resultante da função do estudo da aderência das patas da lagartixa (A); Adesivo feito com nano tubos de carbono que é maiseficiente do que o adesivo natural encontrado nos pés das lagartixas; Visão microscópica dos nano tubos.....	46
Figura 10 - Robô Stickyot que reproduz a habilidade das lagartixas capaz de subir paredes lisas (A); Protótipo do robô lagartixa que poderá ir a missões espaciais (B).	47
Figura 11 - Pata de lagartixa (A) e sola de sapato (B).....	48

Figura 12 - : Infográfico da metodologia proposta por Kindlein e Guanabara (2002)	51
Figura 13 - Solado Sticky Shoes	53
Figura 14 - Solado Super Grip	54
Figura 15 - Solado Grip Rubber Flex in Natura	54
Figura 16 - Solado Falcon em PU bidensidade	56
Figura 17 - Falcon TPU – Bidensidade PU/TPU.....	56
Figura 18 - Rudolf Bidensidade PU/PU	57
Figura 19 - Sapatos femininos da marca Doctor Pé	59
Figura 20 - Sapatos masculinos da marca Doctor Pé.....	60
Figura 21 - Calçados da marca Pé Relaz Confort Shoes	62
Figura 22 - Lagartixa Anisolepis grillii coletada.....	64
Figura 23 - Estéreo microscópio binocular utilizado para observação da lagartixa (A); foto realizada pelo celular da parte inferior da lagartixa (B).....	64
Figura 24- Imagens de diferentes partes do corpo da lagartixa obtidas com o estéreo microscópio binocular.	65
Figura 25: Ilustração vetorial da superfície escolhida conforme esboço e padronagens realizadas a partir do mesmo.	71
Figura 26: Modelagem 3D da sola em vista tridimensionais, vista isométrica renderizada (A); Vista frontal (B); Vista lateral (C).....	72
Figura 27: Modelagem 3D do molde em negativo com vistas tridimensionais. Vista isométrica (A); Vista frontal (B) e Vista lateral (C).	73
Figura 28: Processo de impressão 3D do molde em equipamento GTMAX H4.....	74
Figura 29: Peça final do molde.....	74
Figura 30: Materiais utilizados na confecção do modelo final.....	75
Figura 31: Processo de produção do modelo final. Lubrificação do molde com vaselina (A); Pesagem da borracha de silicone e catalisador (B); Homogeneização da borracha de silicone e o catalizador (C); Mistura disposta no molde (D) e Secagem por 6 horas (E).	76
Figura 32: Resultado do modelo final.....	77
Figura 33: Sapatos e solas utilizados em teste alternativo. Modelo confeccionado em borracha de silicone (A); Tênis conforto feminino (B); Sapato com material emborrachado (C) e sapato social masculino (D). Superfície de teste, azulejo (E); Balança suspensa tipo relógio (F) e uma carga de 2,5 Kg (G).	78

Figura 34: Primeiro teste em superfície plana no modelo do solado em borracha de silicone (A); sapato em material emborrachado (B); tênis conforto feminino (C) e sapato social masculino (D).	79
Figura 35: Segundo teste no modelo do solado em borracha de silicone (A); sapato em material emborrachado (B); tênis conforto feminino (C) e sapato social masculino (D).....	79
Figura 36: Terceiro teste em superfície inclinada com ângulo de 30° com esforço de descida no modelo do solado em borracha de silicone.	80
Figura 37: Quarto teste no modelo do solado em borracha de silicone (A); sapato em material emborrachado (B); tênis conforto feminino (C) e sapato social masculino (D).....	80
Figura 38 - Sapato escolhido para criação de molde para confecção de modelo com o mesmo material para testes, visão superior (A); Visão inferior da região da sola e detalhamento da repetição existente (B).	81
Figura 39 - Material utilizado para confecção do molde (A); Molde finalizado (B); Molde com a inserção do mesmo material (C).	82
Figura 40 - Material utilizado para confecção do molde (A); Molde finalizado (B).....	82
Figura 41 - Sola do sapato inserida no gesso (A); Molde final (B).	83
Figura 42 - Sola em borracha de silicone com o mesmo padra utilizado em um calçado voltado para o p público idoso.	83
Figura 43 - Testes em superfície plana nos modelos confeccionado para características antiderrapantes e (A); Modelo confeccionado a partir de calçado já existente no mercado (B).	84
Figura 44 - Segundo teste nos modelos confeccionado para características antiderrapantes e (A); Modelo confeccionado a partir de calçado já existente no mercado (B).	85
Figura 45 - Terceiro teste nos modelos confeccionado para características antiderrapantes e (A); Modelo confeccionado a partir de calçado já existente no mercado (B).	85
Figura 46 - Quarto teste nos modelos confeccionado para características antiderrapantes e (A); Modelo confeccionado a partir de calçado já existente no mercado (B).	86
Figura 47 - Resultado das forças aplicadas para cada objeto testado em gramas ...	88

Figura 48 - Resultado das forças aplicadas para cada objeto testado em gramas nos testes realizados com o mesmo material.89

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Principais materiais utilizados na produção de solados	38
Quadro 2: Características e aplicações de sistemas naturais	41
Quadro 3: Parametrização	68
Quadro 4: Geração de alternativas	69

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	PROBLEMATIZAÇÃO	18
1.1.1	PROBLEMA DA PESQUISA.....	20
1.2	OBJETIVOS.....	21
1.2.1	OBJETIVO GERAL.....	21
1.2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	21
2	REVISÃO TEÓRICA.....	24
2.1	POPULAÇÃO IDOSA E AS QUEDAS	24
2.2	ERGONOMIA DO CALÇADO	27
2.4	CALÇADOS	32
2.5	. BIÔNICA	39
2.5.1	BIÔNICA NO PROJETO DE PRODUTOS	41
2.5.2	INSPIRAÇÃO PARA A ADERÊNCIA.....	42
3	METODOLOGIA.....	49
4	ANÁLISE DE SIMILARES	52
5	COLETA E OBSERVAÇÃO DAS AMOSTRAS	63
6	DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO	66
6.1	ANALOGIA.....	67
6.2	PARAMETRIZAÇÃO	67
6.3	MODELO	69
6.4	DESENHO DE CONSTRUÇÃO.....	71
6.5	CONFECÇÃO DO MODELO.....	73
6.6	TESTES ALTERNATIVO.....	77
6.7	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	86
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	90
	REFERÊNCIAS	93
	APÊNDICES	98

1 INTRODUÇÃO

O envelhecimento é um processo natural da existência humana, ocorrendo mediante mudanças físicas, psicológicas e sociais que acometem, de formas distintas e particulares os indivíduos em decorrência da vida prolongada (MENDES et al. 2005). Se refere a uma mudança na estrutura etária da população, produzindo um aumento relativo das pessoas acima de determinada idade, considerando-se o início da velhice, variando de sociedade para sociedade, dependendo também de fatores biológicos, econômicos, ambientais, científicos e culturais (CARVALHO; GARCIA, 2003).

Segundo a Organização Mundial da Saúde - OMS, considera-se idosos os indivíduos que possuem idade igual ou superior a 65 anos, que se encontram em países desenvolvidos, e de 60 anos, aos de países subdesenvolvidos (MENDES et al. 2005). No Brasil segundo a Política Nacional do Idoso - PNI na Lei nº8.842, de 04 de janeiro de 1994, Art. 2º considera-se idosa a pessoa maior de 60 anos de idade. No entanto, para a Organização Mundial da Saúde (2005) qualquer que seja a idade, é importante reconhecer que a idade cronológica não é um marcador preciso para as mudanças que acompanham o envelhecimento, existindo variações mais significativas relacionadas ao estado de saúde, participação e níveis de independência entre pessoas mais velhas que possuem a mesma idade.

O panorama nacional em relação a expectativa de vida mostra-se em constante ascensão. Segundo Costa e Veras, (2003), o número de brasileiros idosos passou de

3 milhões em 1960, para 7 milhões em 1975 e 14 milhões em 2002, (um aumento de 500% em quarenta anos). Atualmente, segundo pesquisa divulgada pela Agência de Notícias IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas, a população manteve a tendência de envelhecimento, ganhando 4,8 milhões de idosos desde 2012 superando a marca de 30,2 milhões em 2017, correspondendo assim a um acréscimo de 18%. Destes, a maioria é formada por pessoas do gênero feminino, sendo 56% contra 44% do gênero masculino, apenas 8,6% da população de idosos se considera da cor negra, em contraposição 43,6% da cor branca e 46,8% pardos. A população brasileira de idosos também pode ser caracterizada como predominantemente urbana, onde grande parte vive na companhia de filhos e/ou parentes contribuindo com sua renda (proveniente da aposentadoria) para acréscimo na renda familiar total. Aproximadamente um terço dos lares brasileiros têm a presença de pessoas idosas, onde 6,9% dos longevos possuem algum tipo de incapacidade para realização de atividades diárias como na alimentação e higiene (ESCOBAR; FAVERO; PISSOLATO, 2017).

O envelhecimento da população mundial pode ser considerado um fenômeno relativamente novo, Mendes et al. (2005) afirma que fora iniciado, a princípio, nos países desenvolvidos em decorrência da queda da mortalidade, juntamente com as grandes conquistas médicas, da urbanização adequada das cidades, da melhoria nutricional, na elevação dos níveis de higiene pessoal e em decorrência dos avanços tecnológicos. Camargo e Gonzaga (2015) também apontam os avanços tecnológicos na medicina como efeito do aumento da sobrevivência no Brasil. O crescimento dos números de idosos no Brasil e no mundo trazem à tona a consciência da existência da velhice como uma questão social, pois está diretamente relacionada com a crise de identidade, mudança de papéis, aposentadoria, perdas diversas e diminuição dos contatos sociais, a sociedade, por sua vez, não está preparada para esta mudança no perfil populacional, tendo assim, como consequência o não acompanhamento da qualidade de vida nesta evolução (MENDES et al. 2005).

Este elevado número de idosos, traz fundamentos para a preocupação quanto aos eventos que tornam esta população incapacitada, dentre eles, destaca-se as quedas (PERRACINI; RAMOS, 2002). O ato da queda, conforme Ishizuka (2003), é considerado a partir de qualquer evento que resulte no contato inesperado de um indivíduo ao solo, superfície de suporte, parede ou objetos, sendo ele de qualquer

parte do corpo, excluídos os tropeços, esbarrões e acidentes automobilísticos ou de grande impacto externo os quais são impossíveis de serem evitados. Qualquer pessoa pode sofrer uma queda, elas atingem ambos os sexos, diferentes idades ou condições socioeconômicas, dentre outros atributos, ocorrem em locais diversos, como residências, vias públicas, escola, local de trabalho ou lazer, porém existem grupos de maior risco, como os idosos, crianças, esportistas e trabalhadores (MALTA et al., 2012).

Os idosos, se encontram em um grupo de maior frequência quando colocados nesta situação, segundo Perracini e Ramos (2002), as quedas em idosos têm como consequências além de possíveis fraturas e risco de morte, o medo de cair, a restrição de atividades, o declínio na saúde e o aumento do risco de institucionalização, ou seja, elas não geram apenas prejuízos físicos e psicológicos, mas também o aumento dos custos com os cuidados de saúde. Para Machado et al. (2009) as quedas são importantes fatores causais para aumentar o nível de dependência do idoso, tornando-se uma preocupação específica, já que podem afetar sua capacidade funcional, por estarem associadas às modificações anatômicas atribuídas ao processo do envelhecimento e a diversas patologias.

Tendo em vista esta conjuntura é de suma importância encontrar meios de incorporar os idosos na sociedade pela mudança de conceitos já enraizados, buscando utilizar novas tecnologias, inovações, pesquisas e projetos com sabedoria a fim de se alcançar um propósito de forma justa e democrática para a equidade na distribuição dos serviços e facilidades para o grupo populacional que têm o maior crescimento no Brasil (COSTA; VERAS, 2003). Considerando o papel positivo que um *designer* pode desempenhar em um processo colaborativo de intervenção social a fim da satisfação das necessidades humanas é essencial sua participação no desenvolvimento de pesquisas para criação de produtos socialmente responsáveis (MARGOLIN; MARGOLIN, 2004). O *design* social pode ser entendido como uma atividade que foca seus esforços em problemáticas menos interessantes para o mercado ou esquecidas por governos, nos quais as pessoas envolvidas normalmente não têm voz, onde os produtos gerados, além de suprirem a necessidade encontrada e pretendida, deve, por sua vez ser, de baixo custo, a fim de que a população necessitada tenha como usufruir (MANZINI, 2017).

Assim como o organismo humano, na natureza é possível encontrar diversos sistemas e organizações complexos que permitem tornar desafios e barreiras menores com soluções adaptáveis e individuais de cada organismo vivo. Sendo assim, a natureza pode tornar-se um grande elo de inspirações quando procurado por busca de soluções, como é o caso da biônica. Dentre as diversas ferramentas utilizadas no projeto de produtos por *designers* ela mostra-se bastante eficaz na criação de produtos inovadores. Segundo Munari (2008) a biônica estuda os sistemas vivos, ou semelhantes aos vivos, para descobrir processos, técnicas e novos princípios aplicáveis à tecnologia, examina os princípios, as características e os sistemas com transposição de matéria, com extensão de comandos, com transferência de energia e informação, em resumo, ela trata-se de um ponto inicial para um desenvolvimento de uma solução de projeto.

Levando em consideração o que fora aludido, o presente estudo, foca em encontrar uma solução para uma maior inibição de eventos de queda por pessoas com dificuldade de locomoção em decorrência da idade, a partir da criação de uma sola de sapato antiaderente com o uso da biônica como ferramenta de criação. Apresenta-se assim, em sua revisão bibliográfica, presente no CAPÍTULO 02, com uma abordagem ampla acerca das causas e consequências do efeito de quedas na população idosa, uma identificação de questões ergonômicas da região do pé com complementação de levantamento sobre um breve histórico do surgimento do uso de calçados, bem como suas propriedades, características e composição de modelos atuais. Também serão apresentados os aspectos teóricos ao conceito da biônica e sua utilização em projetos de produtos, análise e levantamento de casos inspirados na ferramenta com característica de propriedades antiderrapantes.

O CAPÍTULO 3 é dedicado a apresentação da metodologia adotada, baseada em conceitos da Biônica de Kindlein e Guanabara (2002), dividindo-se em duas fases. No CAPÍTULO 4 é feita uma análise de similares dos produtos já existentes quando a característica de antiderrapante e quanto destinada ao público idoso. Conforme sugerido na metodologia, apresenta-se no CAPÍTULO 5 a coleta e observação das amostras correspondentes a lagartixa. No Capítulo 6, será apresentado o desenvolvimento do produto, contemplando a metodologia sugerida no capítulo anterior, com as etapas de analogia, parametrização, geração de alternativas resultante em um modelo, desenhos de construção, confecção de modelo e testes de

aderência concluindo-se com alguns resultados e discussões do produto. O CAPÍTULO 7 expressará algumas conclusões acerca do que fora levantado nos capítulos anteriores.

1.1 Problematização

As quedas são um grave problema de saúde pública e merecem destaque para medidas de prevenção, uma vez que estão em constante evidência quando trata-se em causas de mortalidade. Uma grande preocupação relacionada ao envelhecimento é sua associação com altas taxas de morbidades que são mais de uma doença que acomete um indivíduo simultaneamente. A instabilidade postural e as quedas fazem partes das síndromes geriátricas que englobam as alterações de saúde mais comuns nos idosos. Devido a sua alta taxa de incidência, suas conseqüentes complicações para a saúde e os altos custos de assistência as quedas são um dos principais problemas de saúde pública. (MAIA et al. 2011)

Nos Estados Unidos da América as quedas são as principais causas de lesões não fatais em crianças e adolescentes de até 19 anos, além de serem registrados anualmente cerca de 1,7 milhões de idosos (com mais de 65 anos) nos serviços de emergência para serem atendidos devido a eventos deste gênero. Segundo o Sistema de Informações sobre Mortalidades – SIM, no ano de 2009, foram registradas 9.171 vítimas fatais em decorrência de quedas, sendo 6,6% do total de mortes decorrentes de causas externas. Já as vítimas não fatais destes eventos causais, segundo o Sistema de Informações Hospitalares do Sistema Único de Saúde – SUS, no mesmo ano, ocorreram mais de 320 mil internações no sistema público de saúde brasileiro, representando assim 40% do total de internações do grupo de causas externas (MALTA et al. 2012).

Para Caberlon e Bós (2015) a idade avançada e as mudanças provocadas pelas morbidades associadas afetam os múltiplos sistemas do organismo que controlam o equilíbrio, a locomoção, a mobilidade e a marcha, aumentando assim o risco de quedas nas pessoas idosas, que são fatores causais para sua dependência, relacionadas a um índice elevado de incapacidade funcional e de morbimortalidade. O envelhecimento humano pode ser caracterizado como um processo gradual,

irreversível e incontrollável de declínio das funções fisiológicas, porém ele não caracteriza necessariamente uma incapacidade, mas em contraponto à medida que o indivíduo envelhece, as chances de sofrer lesões provocadas por acidentes aumentam (MACHADO et al. 2009).

Maia (2011) afirma que aproximadamente 30% dos indivíduos com mais de 65 anos de idade caem ao menos uma vez por ano, sendo que destes, metade é acometido de forma recorrente. Mesmo sendo um risco possível a todas as idades, para os mais longevos as quedas possuem um significado muito relevante, devido a suas consequências, podendo leva-los à incapacidade, injúria e morte. As quedas em idosos são um problema frequente com importantes consequências físicas, psicológicas e sociais. Seu custo social é imenso com agravante em casos de diminuição da autonomia e independência do idoso (MAIA, 2011). A queda pode ser um evento multifatorial com fatores considerados como extrínsecos, potencialmente influenciados pelo meio onde o indivíduo está inserido ou intrínsecos que são relacionados diretamente com o sujeito (PAULA, 2010).

Paula, (2010) cita como fatores associados às quedas: idade, uso de medicamentos, alteração cognitiva, problemas da visão, alteração postural, doenças neurológicas, fragilidade, problemas articulares, fraqueza de membros inferiores, arritmias cardíacas, depressão, problemas nos pés e fatores ambientais. Já, em um estudo desenvolvido na Austrália, indica a pressa como uma das causas das quedas em idosos, relatou-se que os investigados, por serem pessoas com histórico de uma vida mais acelerada, não se adaptavam mentalmente a nova condição física e por consequência não conseguiam caminhar com passos mais lentos. Outra causa demonstrada no estudo foi a falta de atenção fazendo com que os idosos acabassem escorregando, tropeçando e caindo.

Traumas, lesões, ferimentos leves e graves são causas diretamente ligadas ao evento causal da queda, porém diversos outros sintomas e acometimentos estão ligados a ela indiretamente como exemplo a depressão e ansiedade acompanhados do medo subsequente a queda. As fraturas por sua vez podem imputar o idoso a uma maior vulnerabilidade e a novos episódios de queda. Os custos por decorrências destes eventos, também são classificados como diretos, aqueles que dizem respeito aos custos médicos e não médicos, relacionados ao diagnóstico, tratamento,

recuperação e reabilitação do paciente, ou como indiretos, provenientes a perda de produção e produtividade do indivíduo (MAIA, 2011).

Maia (2011) indica que a cada ano o Sistema Único de Saúde (SUS) apresenta gastos exponenciais com tratamentos de fraturas decorrentes de quedas, onde no ano de 2006 foram gastos aproximadamente R\$ 50 milhões com internações de idosos por fraturas de fêmur e R\$ 20 milhões com medicamentos. Para ela as quedas além de produzirem uma importante perda da autonomia na vida do idoso, causa preocupação com as questões psicológicas e sociais, repercutindo assim na qualidade de vida de quem sofre a queda e também nas pessoas ao seu redor, como cuidadores e/ou familiares que se mobilizam em torno de cuidados especiais, adaptando sua rotina em função da boa recuperação do idoso.

Paula (2010) reconhece que a perda do equilíbrio, independente do fator causal, leva o indivíduo cair. O equilíbrio por sua vez é considerado estável quando o centro de gravidade de um corpo é perturbado, porém retorna a posição anterior. Quando o centro não retorna e busca outra posição, o equilíbrio é dito como instável, ocorrendo assim a queda. Os impactos das quedas possuem grandes relevâncias no que se refere a mortalidade e morbidade dos indivíduos com idades avançadas. Sendo destas, as fraturas e/ou lesões mais preocupantes, são as que podem levar o idoso a hospitalização. O período de permanência no leito pode acarretar outros problemas ao paciente, como o comprometimento da função cardiopulmonar, trombose venosa profunda, hipotrofia muscular, alterações articulares e o aparecimento de úlceras de pressão.

1.1.1 Problema da Pesquisa

O questionamento central desta pesquisa se dá pela seguinte pergunta: é possível utilizar a biônica como uma ferramenta para a criação de uma sola antiderrapante que possa vir a prevenir quedas de pessoas com dificuldade de locomoção em decorrência da idade?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Esta pesquisa tem como objetivo principal a aplicação das ferramentas da biônica na criação de uma sola de sapato antiderrapante, visando a relação análoga das propriedades de elementos naturais com a função do produto, buscando assim evitar quedas em pisos escorregadios por parte dos idosos.

1.2.2 Objetivos Específicos

São objetivos específicos desta pesquisa:

- identificar as causas e consequências das quedas da população idosa;
- conhecer os aspectos históricos, tecnológicos, propriedades e características do uso dos calçados;
- compreender a definição de biônica e pesquisar referências de seu uso em design de produtos;
- observar e refletir a cerca de produtos criados com uso da ferramenta biônica;
- explorar inspirações naturais para a função de aderência;
- sintetizar os aspectos funcionais do design, biônica e necessidade da melhora da qualidade de vida da população idosa.
- desenvolver um produto que supra as necessidades encontradas durante o estudo;
- validar o produto criado quanto aos aspectos determinados.

1.3 Justificativa

As quedas podem e devem ser prevenidas e evitadas, para Malta et al. (2012) em casos não intencionais podem ocorrer devido a um somatório de fatores, sendo difícil restringir um evento de queda a um único fator de risco ou a um agente causal, mas em contraponto uma proporção considerável destes casos é passível de ser reduzida por meio de adoção de programas e medidas de prevenção. Machado et al. (2009) também afirma que a segurança dos idosos deve ser um motivo de preocupação para a sociedade, pois para esse grupo de pessoas, as quedas podem ter repercussões desastrosas, uma vez que idosos com traumas têm perda na sua autonomia e aumento da sua dependência, refletindo em acréscimo de trabalho e estresse para o cuidador e/ou familiares. Ressalta ainda a importância de prevenir tais acidentes, lembra que é de grande valia que o idoso tenha mobilizadores que tomem cuidados especiais, adaptando o ambiente em que o idoso vive e que tenham cuidado de observar itens de segurança que podem vir a prevenir quedas, como o uso de calçados adequados, tapetes antiderrapantes e disposição de mobília adequada em casa.

Evitar o evento de quedas é considerado como uma conduta de boa prática geriátrico-gerontológica e constituiu-se em política pública indispensável. Um exemplo de importância de medidas de prevenção de quedas se dá pelo efeito de ser um dos indicadores de qualidade de serviços para idosos em hospitais e instituições de longa permanência (PERRACINI, 2005). Para Celich (2012) uma pequena parcela da população de idosos já se preocupa com a prevenção de quedas, exemplo disso é o comportamento de cuidado que os mesmos assumem em suas residências, como a retirada de tapetes, não encerrar o piso, uso de calçados adequados que não dificulta o caminhar, disposição dos móveis a fim de evitar esbarrões, instalação de corrimões entre outras medidas. Em relação ao caminhar em locais fora de sua zona de conforto, como ruas e calçadas, os idosos verbalizam que procuram redobrar sua atenção por onde pisam evitando lugares lisos e escorregadios, ficam com sua atenção redobrada em escadas sem corrimão e preferem usar rampas de acesso, pois a consideram mais seguras, alguns optam também para um caminhar mais lento (CELICH, 2012).

Levando em consideração o crescente índice de envelhecimento da população brasileira e mundial, e o elevado número de quedas por essa parcela de indivíduos, como visto, com fator resultante em graves problemas de saúde, econômicos e sociais, a criação de instrumentos com fins de se prevenir e evitar quedas se faz de grande valia. Apesar do efeito causal destes eventos poderem ser de inúmeras formas, considera-se aqui, que o fator escorregamento tem grande relevância no número de quedas, sendo assim, muito importante evita-lo.

2 REVISÃO TEÓRICA

Na revisão teórica foram abordados os temas mais pertinentes e relevantes para o desenvolvimento do projeto proposto, como pesquisas e apontamentos referentes aos fatores e efeitos das quedas na população idosa, tópicos da área calçadista e a criação de um novo produto com a técnica criativa inspirada na biônica.

2.1 População Idosa e as quedas

O aumento da população de idosos emerge discussões a respeito de eventos incapacitantes nesta faixa etária, destacando-se, devido aos índices elevados de ocorrência e suas graves consequências, as quedas (AVEIRO et al.2012). No Brasil, entre os anos 2000 e 2010 observou-se um aumento de 19,1% nas internações hospitalares por causas externas, já no ano seguinte, em 2011 foram registradas 973.015 internações, sendo 8,6% destas foram financiadas pelo Sistema Único de Saúde (SUS), totalizando assim um gasto de R\$ 1 bilhão. Dentre as causas externas de internações, as quedas representam a maior parte destas motivações (ABREU et al. 2018).

Segundo a Organização Mundial da Saúde, de 28% a 35% das pessoas com mais de 65 anos de idade sofrem algum episódio de queda a cada ano, já na população com mais de 70 anos a proporção se eleva para valores entre 32% à 42%. Quando se trata em mortalidade, dados revelam que das 93.312 internações por queda de pessoas acima de 60 anos, no ano de 2013, 8.775 pessoas morreram por

esta causa no país (ABREU et.al. 2018).

A fragilidade dos idosos aliada a fatores extrínsecos, tais como má iluminação, piso escorregadio, fazem com que as quedas tenham consequências significativas na saúde física e psicológica dos mesmos, assim como podem repercutir na vida dos familiares. Ademais, esse agravo aumenta o risco de perda da independência e autonomia, institucionalização, eleva os custos com cuidados à saúde e a demanda por consumo de serviços especializados. Entre os principais fatores associados à mortalidade, após a ocorrência de quedas em idosos, estão a idade e as comorbidades, uma vez que o óbito não ocorre diretamente pela queda, mas por suas consequências (ABREU, et al. 2018, página 1132).

Fabricio, Rodrigues e Costa (2004), realizaram um estudo sobre as causas e consequenciais de quedas dos pacientes atendidos em hospital público. A coleta de dados se deu por meio de entrevistas realizadas com pessoas acima de 60 anos de idade, ambos os sexos, com residência fixa na cidade de Ribeirão Preto, SP, atendidas em duas unidades de internação de um hospital universitário por causas externas de traumatismo acidental (quedas), localizado no mesmo município no ano 2000. A partir da análise deste estudo e dos resultados das amostragens alcançadas pelos autores é possível equiparar os dados obtidos com a realidade da população idosa no Brasil, configurando-se assim um retrato dos efeitos da queda nesta parcela da sociedade.

Dentre os 26 idosos entrevistados, 66% pertenciam ao sexo feminino e 34% pertenciam ao sexo masculino com idade média do grupo de 76 anos. Verificou-se que 54% deles já haviam apresentado quedas anteriores a internação sendo de maioria feminino e pertencente a uma faixa etária de 80 a 89 anos. Dentre as causas destas quedas, foi possível identificar que 54% delas apresentaram como causa um ambiente inadequado, seguido de 14% por doenças neurológicas e 10% por doenças cardiovasculares e o restante teve causa ignorada. A maioria das quedas foi da própria altura e relacionadas a problemas com ambiente, tais como: piso escorregadio (26%), atrapalhar-se com objetos no chão (22%), trombar em outras pessoas (11%), subir em objetos para alcançar algo (7%), queda da cama (7%), problemas com degrau (7%) e outros, em menores números (FABRÍCIO, RODRIGUES; COSTA JUNIOR, 2004).

Algumas doenças foram relatadas após as quedas, como acidente vascular cerebral (10%), osteoporose (4%), pneumonia (4%), artrite (2%), infecção de trato urinário (2%) e cardiopatia (2%). As doenças sensoriais também foram relatadas,

sendo 36% relacionadas com problemas visuais e 14% auditivos. Após estes levantamentos pode-se concluir que as causas das quedas em idosos podem ser variadas e estarem associadas com diversos fatores. Estes fatores por sua vez podem ser classificados como intrínsecos, decorrentes de alterações fisiológicas relacionadas ao envelhecimento, a doenças e efeitos causados por uso de fármacos, ou como extrínsecos, que são aqueles fatores que dependem de circunstâncias sociais e ambientais, que criam desafios aos idosos. Os problemas com o ambiente são mais perigosos quando o grau de vulnerabilidade do idoso for maior e a instabilidade que este problema poderá causar também for maior (FABRÍCIO, RODRIGUES; COSTA JUNIOR, 2004).

A principal consequência verificada foi a fratura, dentre elas, as mais frequentes foram a de fêmur (62%), seguidas pelas de rádio (12,5%), clavícula (6,25%) e outras, como coluna, úmero, escápula, patela e nariz. O medo de voltar a cair se mostrou também, muito presente nas entrevistas sendo considerado como a segunda mais citada. Também chamado de “síndrome pós queda” este medo pode trazer consigo uma série de limitações ao indivíduo, causando dependência, importantes alterações emocionais, psicológicas e sociais. A lesão acidental é a sexta causa de morte entre idosos de 75 anos ou mais e a queda é responsável por 70% desta mortalidade. Portanto, é de extrema importância valorizar o evento de queda por ser um fenômeno real na vida dos idosos e trazer consigo muitas consequências, por vezes irreparáveis. (FABRÍCIO, RODRIGUES; COSTA JUNIOR, 2004).

Jahana e Diogo (2007), também afirmam que as quedas podem ter efeitos diretos e/ou indiretos na saúde das pessoas. Isso por que elas acarretam danos que podem vir a piorar ou até mesmo desencadear estados mórbidos. No caso das fraturas, elas podem provocar dor aos mínimos movimentos ou até mesmo levar à incapacidade funcional, reduzindo a mobilidade, com estados de permanência acamado ou imóvel no leito, que por sua vez, podem acarretar complicações como úlceras por pressão, problemas respiratórios e urinários. As fraturas ocasionadas no fêmur são consideradas as mais importantes em termos de morbidade, mortalidade e custos por estarem relacionados ao maior tempo de internação e às demandas de cuidados.

Partindo-se do princípio que uma queda pode causar uma fratura, ela traz consigo, em casos mais leves apenas uma limitação de movimento, ou quando mais grave pode restringir o idoso a um leito, ocasionando uma rápida deterioração do seu estado geral. Esta imobilização prolongada no leito é considerada um fator de risco para o desenvolvimento de outras afecções (respiratórias e vasculares) e diversas complicações que podem culminar no óbito em um efeito chamado cascata. A dificuldade de locomoção ou limitação de certos movimentos, faz com que o idoso passa a ter dificuldades para realizar as atividades cotidianas (exemplos: deitar e levantar-se da cama, caminhar em superfícies plana, tomar banho, andar fora de casa, cuidar das finanças, realizar compras, usar transportes coletivos, subir escadas entre outras). Essa restrição pode promover uma diminuição da força muscular e o enfraquecimento dos membros inferiores, levando o idoso a condições de dependência, isolamento social e possível institucionalização. Quando combinado com o medo de cair e a perda da independência, o idoso fica submetido ao favorecimento da depressão e também a mudanças de hábitos, consideradas aqui consequências indiretas (JAHANA; DIEGO, 2007).

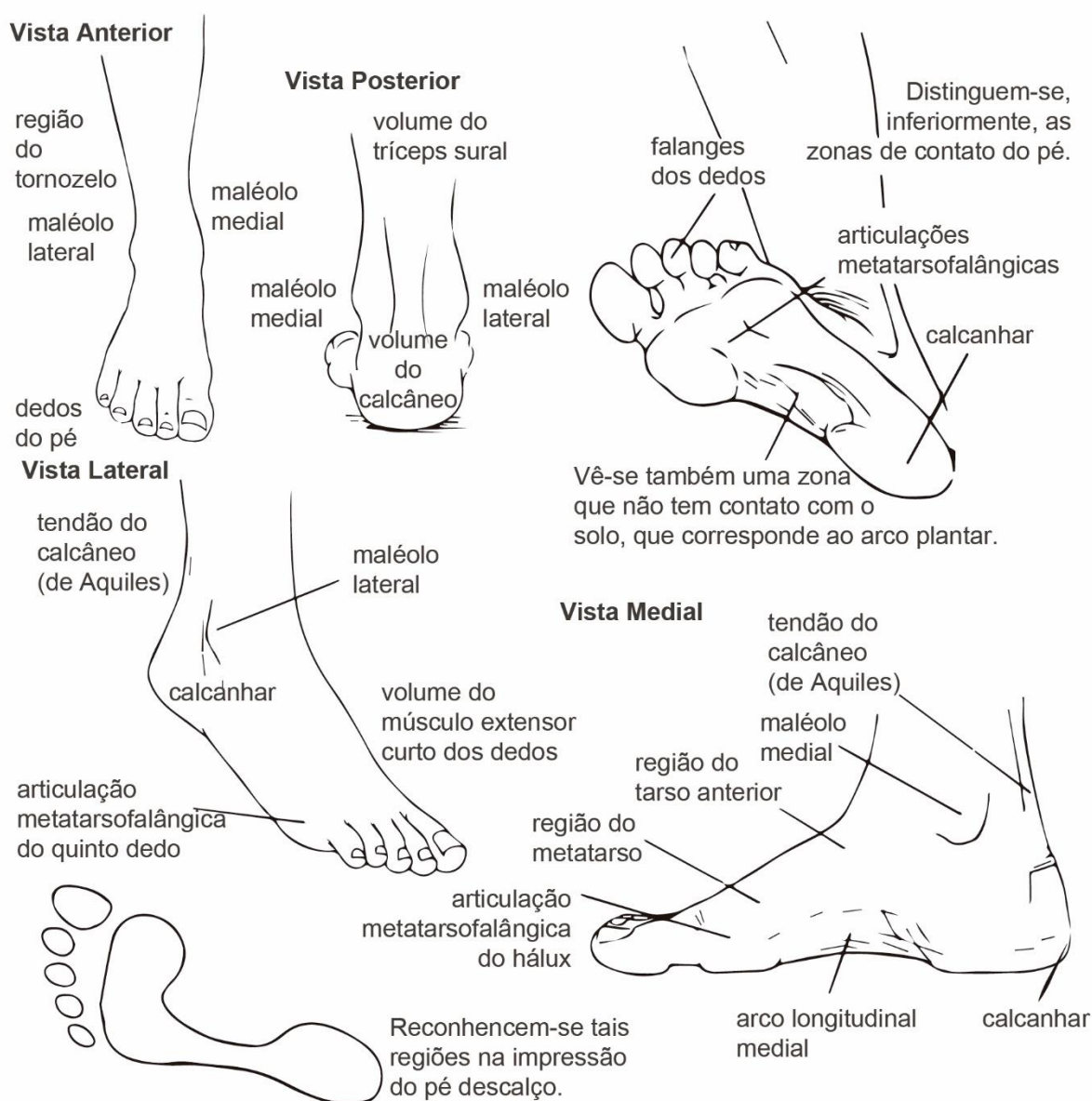
2.2 Ergonomia do Calçado

O termo ergonomia se refere a adequação do trabalho (considerado aqui como qualquer efeito de movimentação ou uso pelo indivíduo) ao ser humano, esteja interligado com produtos, sistemas ou processos. Está preocupada em garantir que o projeto complemente as forças e habilidades do homem, minimizando os efeitos de suas limitações, ao invés de força-lo a se adaptar. Seus principais objetivos são a satisfação e o conforto dos indivíduos e a garantia de que a prática laboral e o uso do equipamento/produto não causem problemas à saúde do usuário (CORRÊA; ROSANE, 2015)

Para Gomes Filho (2010) a principal interface da ergonomia, quando relacionado ao uso de calçados está em sua antropometria, referindo-se aos estudos e pesquisas realizados sobre os variados tamanhos de pernas, pés e dedos das pessoas e de suas especificidades e diferenças básicas dimensionais (grande,

pequenos, gordos, magros, altos, baixos e diversas combinações) sempre considerando o biótipo dos indivíduos e as diferenciações físicas e raciais de distintas populações. Germain (2002) afirma que a adaptação do ser humano à posição bípede conferiu ao pé duas funções, a de receber o peso do corpo (resistência) e a de permitir o desenvolvimento progressivo dinâmico do passo (flexibilidade), durante a marcha. O pé é constituído por 26 ossos, com diferentes tamanhos e estruturas, 31 articulações e 20 músculos próprios, na Figura 1 pode-se observar a morfologia da região do pé e tornozelo e na Figura 2 o esqueleto ósseo do pé.

Figura 1 - Morfologia do tornozelo e do pé.



Fonte: Germain, 2002; adaptado pela autora.

Figura 2 - Esqueleto ósseo do pé

Um pé, em vista superior, apresenta três regiões, de anterior para posterior:

Anteriormente

alinhamento de ossos delgados, que formam “raios” horizontalmente justapostos. Cada raio consta de um metatarsal prolongado por falanges.

Posteriormente

dois ossos volumosos superpostos: o tálus e o calcâneo. Constituem o retropé ou tarso posterior.

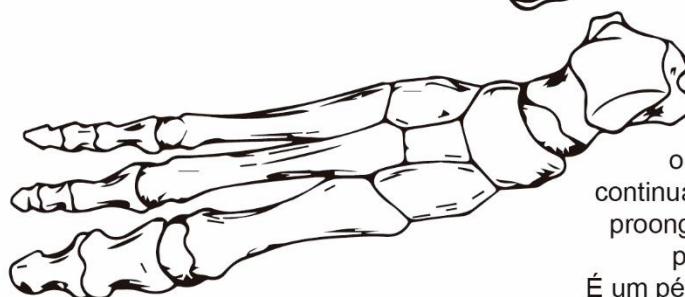
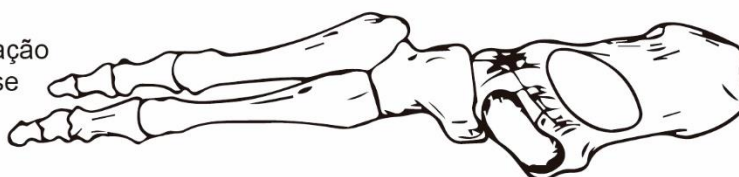


Entre essas duas regiões encontra-se uma zona intermediária: cinco ossos pequenos, que formam o mediopé ou tarso anterior: navicular, cubóide e três ossos cuneiformes.

Essa é uma zona de junção e torção entre as duas precedentes, permitindo a adaptação ao solo.

De medial para lateral, vê-se que o esqueleto do pé está “bifurcado”, de tal modo que:

o “pé lateral” é continuação do calcâneo; proonga-se nos dois últimos raios. É um pé de recepção;



o “pé medial” é continuação do tálus; proonga-se nos três primeiros raios. É um pé de propulsão.

Fonte: Germain, 2002; adaptado pela autora.

Os calçados são configurados a partir de sistemas tradicionais de numeração, que são estabelecidos ergonomicamente, em razão de complexos dados estatísticos que contemplam medidas de pernas, pés e dedos dos conjuntos de determinada população a fim de se alcançar maior êxito na produção industrial seriada e em larga escala abrangendo o maior número de usuários possíveis (GOMES FILHO, 2010).

A contribuição da ergonomia no design dos calçados é de fundamental importância, sobretudo quanto aos aspectos da correta utilização dos dados antropométricos disponíveis; quanto à modelagem em função dos ajustes que são necessários na definição dos tamanhos dos calçados; quanto ao design adequado ao modelo em função de utilização; quanto a uma maior variedade de opções de escolha por parte do usuário e quanto a melhor adequação possível dos materiais utilizados na configuração do calçado (GOMES FILHO, 2010, página 102).

Para Germain (2002) o pé se encontra, inúmeras vezes, em estado de deformidade, pois o mesmo se vê sujeito a forças mecânicas do peso do corpo e a forma dos calçados, que frequentemente estão longe de ser as ideias. Gomes Filho (2010) também concorda que apesar dos inúmeros estudos e da melhor adequação antropométrica possível, muitos são os problemas ergonômicos de desconforto que os calçados apresentam. A inadequação dos calçados se dá pela deficiência de acomodação dos pés e/ou pernas dentro do calçado, pela configuração do modelo do calçado, como por exemplo o bico fino e pelo mal-uso e escolha dos materiais utilizados em sua confecção. Outro aspecto importante para a negatividade do calçado quanto ao seu uso é a sua incompatibilidade com a função para qual é destinado (para a proteção dos pés), exemplo disto são os calçados femininos de saltos exagerados, sendo incômodos e desconfortáveis, podendo comprometer a saúde das mulheres que o utilizam com frequência e apenas com valor estético. As numerações muitas vezes não conseguem abranger toda a parcela de seus usuários, tendo estes que utilizarem numerações próximas às suas, porém com folgas ou compressão. A numeração da indústria calçadista também demonstra um déficit quando a disponibilidade de sortimento de modelos para usuários com pés grandes, superiores a numeração 42.

2.3 O pé do idoso

Assim como outras regiões do corpo, o pé também sofre alterações em sua estrutura em decorrência do envelhecimento. Alguns exemplos disso como alterações morfológicas, biomecânicas e funcionais nos pés dos idosos podem determinar significativamente dificuldades de adaptações aos calçados disponíveis no mercado,

gerando problemas de qualidade de vida, instabilidade e aumento do risco de queda (CASTRO, 2007).

Segundo Castro (2007) alterações teciduais em decorrência do processo de senescência, conferem ao pé um novo formato. Com o envelhecimento, mais colágeno é formado, deixando a estrutura tecidual mais rígida e fazendo com que ocorra a diminuição do conteúdo e do grau de polimerização dessa substância fundamental, considerado como uma forma incorretamente sintetizada de colágeno ou resultado de sua degradação. O tecido, por sua vez fica elástico e desgastado com fibras fragmentadas e depósitos de cálcio, causando a diminuição da espessura da pele e do tecido subcutâneo.

Alguns idosos também relatam uma redução no número de fibras conectora no tendão de Aquiles e na fáscia plantar. Nas articulações sinoviais, importantes alterações ocorrem na cartilagem articular, o número de células, a água e as proteoglicanas diminuem, enquanto as fibras colágenas aumentam em número e espessura, tendo como consequência a cartilagem mais delgada e rígida, surgindo rachaduras, fendas e granulosidades na superfície (CASTRO, 2007).

Na idade avançada os músculos diminuem em peso e a superfície de secção transversal e as fibras musculares que se predem são substituídas por fibras colágenas, formando fibrose. O achatamento do arco palmar é observado em alguns idosos, sendo mais frequente em indivíduos do sexo feminino. O antepé pode ter uma altura e largura relativamente maiores em decorrência às deformidades dos dedos em martelo ou em garra instaladas a longo prazo (CASTRO, 2007).

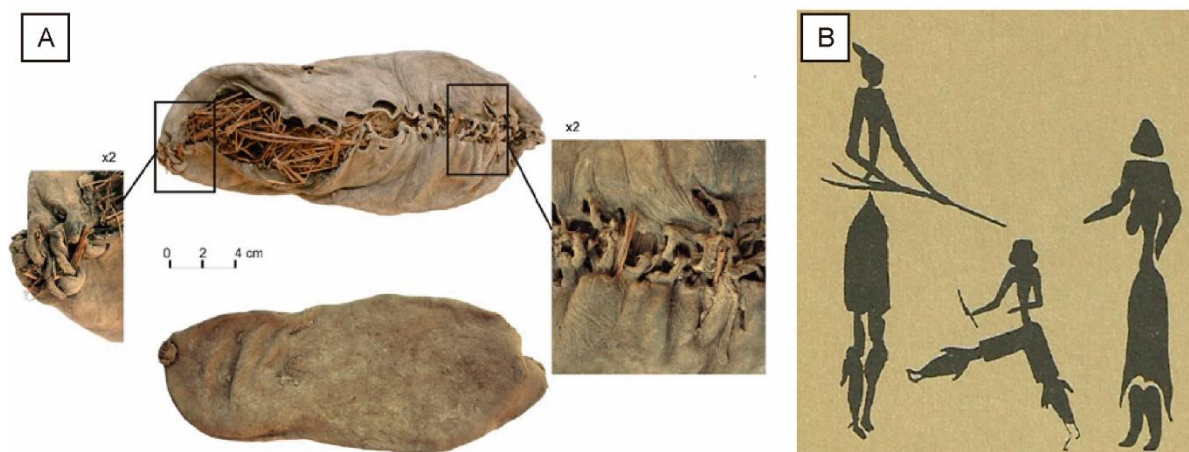
As principais patologias que acometem os pés dos idosos são inúmeras, podendo ser citadas: a Metatarsalgia, a Fasciite plantar, o Hálux valgo, o Hálux rígido que podem ter como tratamento o uso adequado de determinados calçados para alívio das dores combinados ou não de medicamentos. Algumas deformidades dos dedos, alterações do arco plantar, dor no calcanhar ou calcaneodínia também acometem os idosos. Os problemas nos pés dos idosos são frequentes e exigem grande atenção quanto ao diagnóstico correto e ao tratamento adequado, em decorrência do grande declínio funcional que poderá estar associado a eles (SANTOS, et al. 2009).

O calçado é um componente essencial para a segurança e atividades de vida diária do idoso sendo um complemento do pé humano desempenhando papel de proteção e otimização da função. Porém pode interferir também na biomecânica da marcha e causar alterações que levem a deformidades dolorosas do pé e/ou do tornozelo. Portanto, o sapato ideal para idosos deve ser leve, com solas antiderrapantes, flexíveis a ponto de dobrar o sapato quando é comprimido longitudinalmente.

2.4 Calçados

Em tempos atuais são encontrados inúmeros formatos, tipos, cores, tamanhos, alturas e materiais de calçados, muito além de seu uso, são adquiridos como forma de representação de classes, estilos e identificações pelo viés estético. Porém em sua origem, sua criação se deu pela única necessidade de proteção dos pés do ser humano (PASSOS; KANAMARU, 2012). No ano de 2008, o sapato mais antigo já encontrado, fora descoberto em uma caverna na Armênia, onde segundo especialistas da Irlanda, Armênia e Estados Unidos o artefato é de aproximadamente 5.500 anos atrás (Figura 3). O sapato corresponde ao tamanho 35, podendo ser masculino e/ou feminino, constituído de uma única peça de couro dobrada sobre os pés. Porém pesquisas demonstram que o uso de calçados pelo ser humano surgiu no final do período paleolítico entre os anos de 12.000 a.C e 15.000 a.C, como encontrado em representações em pinturas de cavernas da Espanha e sul da França que fazem referência a uma espécie de bota primitiva de pele e outros modelos de sandália (Figura 3) (FERREIRA, 2010).

Figura 3 - Foto do calçado primitivo encontrado na Armênia no ano de 2008 (A); Pinturas do período paleolítico de homens calçados das cavernas do leste da Espanha (B).



Fonte: Ferreira, 2010, adaptado pela autora.

Já no Egito Antigo, por volta de 3.100 a.C, apenas os nobres usavam sandálias de couro onde os Faraós usavam com adornos de ouro. Já uma clara evidência da suposta moda quando se trata do uso de calçados é nas civilizações dos Etruscos, que dominavam toda região leste da Itália por volta de 4.000 anos atrás, eles usavam botas altas, amarradas com pontas viradas, porém seu uso se fazia desnecessário, uma vez que a região era de predominância quente o que tornava o uso de botas desconfortável. Os gregos antigos chegaram a utilizar um modelo diferente para cada pé e demonstravam a importância do calçado na sociedade (NOVAES, [entre 2005 e 2010]).

O homem primitivo utilizou diversos materiais para proteger os pés, como o couro cru, a madeira, palhas e tecidos. A montagem era bem simples, sendo basicamente o corte do couro, geralmente bem fino de cabra ou de cachorro, em um tamanho próximo ao tamanho dos pés de quem iria utilizá-lo, após o trançava com tiras geralmente de fibras ou papiro. Já para os soldados, os couros utilizados eram grossos, como os de cavalos ou bois e em alguns casos utilizava-se a madeira como matéria prima (FERREIRA, 2010)

Na idade Média a maioria dos sapatos tinham formas de sapatilhas e eram feitos de couro. Foi na Inglaterra, que o Rei Eduardo (1272-1307) padronizou a numeração dos sapatos que eram feitos por artesãos e no mesmo país, no ano de 1642, há registros da primeira produção “em massa” de sapatos em todo mundo, Thomas Pendlenton fez quatro mil pares de sapatos e seiscentos pares de botas para o Exército de seu país (NOVAES [entre 2005 e 2010]). Fora neste período, para os artesãos, umas das melhores épocas, tanto para extravasar a sua criatividade, como para obter lucros e rendas com encomendas e vendas dos seus produtos aos nobres e senhores feudais. Para os homens agora os calçados passaram a ter um significado e importância além de sua necessidade, simbolizavam os direitos de um indivíduo, sua segurança e prosperidade (FERREIRA,2010).

No século XII começou a ser difundido por toda a Europa, principalmente na França e Inglaterra, os modelos conhecidos como “*poulaines*” ou “*crackowes*” (Figura 4), tendo como principal característica o estreitamento e alongamento de seus bicos, onde o comprimento de seu bico era proporcional a posição social do indivíduo na sociedade.

Figura 4 - Representação da forma extrema do poulaine ou crackowe, em Chronique d' Angleterre (A) e reconstrução do sapato (B).



Fonte: Laver, 2002, adaptado pela autora.

Os comprimentos dos bicos variavam de 45 á 76 cm, demonstrando assim que o conforto não era mais um item de preocupação entre os usuários, mas sim estético e sinônimo de “status ”. Agora as habilidades dos sapateiros eram equiparadas a um artista e os sapatos elevados a obras de arte (FERREIRA, 2010).

O aperfeiçoamento das técnicas e o surgimento de novas ferramenta ao longo dos anos, somados a chegada da Primeira Revolução Industrial, no século XVIII, fez com que este artefato passasse a ser produzido em larga escala. Neste momento, o calçado começa a seguir padronizações, numerações, a estética ditada pela moda da época e consequentemente é comercializado a preços mais democráticos (PASSOS; KANAMARU, 2012, página 03).

Para Passos e Kanamaru (2010), a adaptação da confecção artesanal, feita sob medida individualmente, para a confecção em larga escala em forma de manufatura, implicou uma perda de alguns aspectos significativos de *design* como a adequação ao usuário individualmente, adequação ao uso e conforto, tonando a estética o principal elemento da moda reprodutiva deste artefato. Fora a partir do século XIX que a indústria calçadista passa por momentos decisivos quanto ao *design* e ergonomia de suas peças, começa então a passar por avanços tecnológicos de materiais e no desenvolvimento de maquinário específicos para uma boa produção. A partir daí o ofício de sapateiro começa a perder espaço dando lugar aos grandes *designers* de calçados só século XX. Atualmente os sapatos são constituídos basicamente de uma parte superior chamada de Cabedal, uma parte inferior, chamada de solado. Cada parte se subdivide em uma série de outras, com características e funções bem específicas (ANDRADE E CORRÊA, 2001).

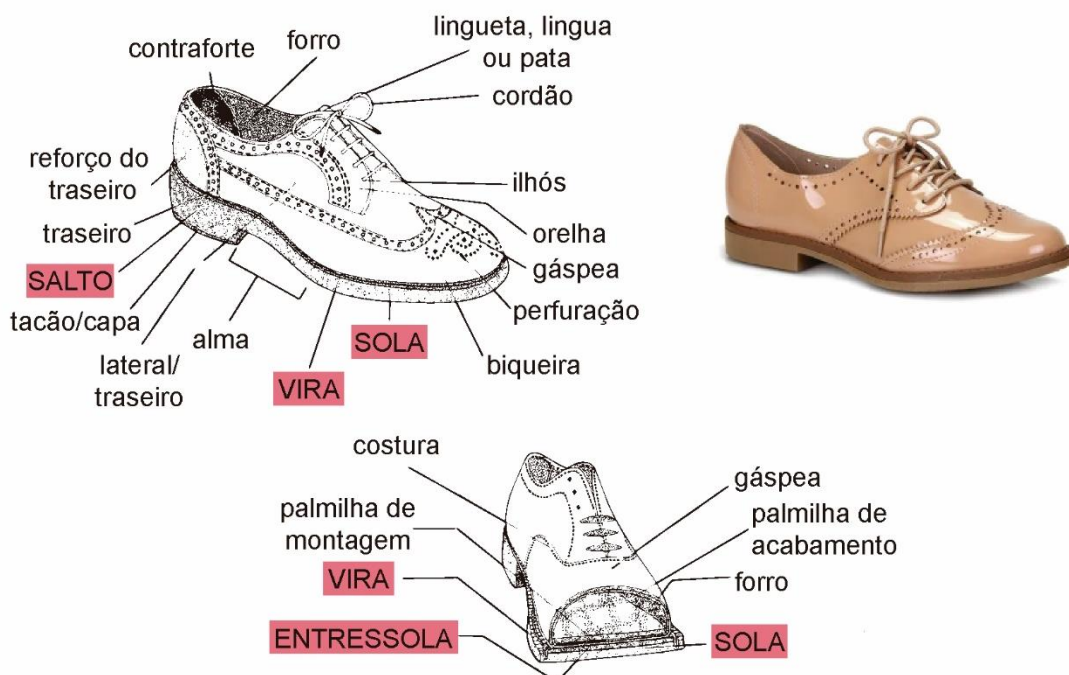
2.4.1 Solado

O solado é um conjunto de peças que elaboram toda a parte inferior do calçado, estando estabelecidas entre o pé e o solo. Uma das peças deste conjunto é a palmilha de montagem, que é uma lâmina com a função de dar firmeza ao caminhar, podendo ser de diversos materiais como o aço, madeira, arame ou polímero rígido. Ela é cortada do mesmo tamanho da planta da forma, sobre a qual é montado o cabedal e fixada a sola externa. A palmilha de montagem pode ser considerada um dos

elementos mais importantes do calçado, pois é a partir de sua estrutura que se é alicerçado todas as outras partes que formam o modelo (ANDRADE E CORRÊA, 2001).

A segunda peça do solado é a sola, que é a parte externa, aquela que está em contato direto com o solo, a qualidade e performance do calçado está diretamente interligado a ela. Seu material varia conforme o fabricante mas determina suas propriedades, durabilidade, flexibilidade, resistência a umidade, leveza, uniformidade, resistência ao deslizamento e muitos outros fatores. Alguns modelos de calçados também possuem saltos, que são constituídos basicamente por um suporte fixado à sola na região do calcanhar, ele pode determinar equilíbrio ao alçado. Outros modelos de calçados ainda apresentam mais duas peças, a entressola e a vira. A entressola é uma camada intermediária localizada entre a palmilha de montagem e a sola, tem função estética e de proporcionar maior conforto. Já a vira, é uma tira estreita colada ou costurada em torno do calçado (ANDRADE E CORRÊA,2001).

Figura 5 - Partes que compõem um calçado e delimitações dos itens do solado.



Fonte: Sabrinhas & pós de arroz, 2011, adaptado pela autora.

Inicialmente os solados eram feitos com a matéria prima originária dos animais abatidos, o couro, perdurando por muitos anos. No entanto, na elaboração dos

solados modernos, começou a serem empregados diversos materiais, como a borracha, tanto de origem natural, usada desde a antiguidade, ou sintéticas usadas principalmente a partir do século XX (MELO JUNIOR; SANTOS, 2017). Dentre os materiais injetados para o solado também são utilizados o policloreto de vinila (PVC) principalmente em tênis e chuteiras, por apresentar propriedades de adesão e resistência á abrasão, porém possui baixa aderência ao solo com tendência de quebrar em baixas temperaturas. O poliuretano (PU) é utilizado para solas e entressolas em produtos que buscam durabilidade, flexibilidade e leveza, é um material versátil e disponível sob várias formas, porém com desvantagem quanto seu alto custo em equipamentos para produção e necessidade de cuidados especiais durante a estocagem e o processamento. O poliestireno é utilizado na produção de saltos possuindo baixo custo e alta resistência ao impacto concorrendo com o ABS, porém, apesar de ter uma ótima resistência ao impacto e a quebra, sua utilização atualmente é voltada para saltos muito altos devido a seu elevado custo. O último material injetado usado pela indústria calçadista é a borracha termoplástica (TR), utilizada na produção de solas e saltos baixos, apresenta boa aderência ao solo, mas é pouco resistente. (ANDRADE E CORRÊA, 2001).

Entre os materiais vulcanizados, a fabricação de solados para calçados conta com a borracha natural (NR) que são obtidas mediante extração do látex das seringueiras, com uma composição básica de hidrocarbonetos, proteínas e extrato cetônico. É uma importante matéria prima para a indústria, utilizada na produção de mais de 400 artigos como brinquedos, luvas e preservativos. Tendo como características excelente resistência ao desgaste, boa aderência ao solo, é leve e flexível, o que torna a peça muito confortável. Porém seu elevado custo e pouca resistência a altas temperaturas inviabiliza sua utilização, sendo muito utilizada atualmente em calçados infantis. Já as borrachas sintéticas (SR), são derivadas do petróleo e usadas para o atendimento de condições específicas de produtos onde são empregadas, apresentam boas propriedades de flexão e elasticidade, resistência ao desgaste e ao rasgamento, adere bem ao solo e seu custo é acessível. Por fim o copolímero de etileno e vinil acetato (EVA) é um dos materiais mais utilizados na indústria calçadista do Brasil, podendo ser utilizado em diversas partes do calçado e especialmente no solado, possui características de leveza, boa resistência ao desgaste e pode ser produzido em diversas cores. Em alguns casos específicos, ainda

podem ser utilizados na confecção do solado materiais como os metais, a madeira e derivados da celulose (MELO JUNIOR; SANTOS, 2017) (ANDRADE E CORRÊA, 2001).

A seguir pode ser observado no Quadro 1 uma breve análise dos principais materiais utilizados na confecção de solado e quais são suas características a fim de se obter maior êxito quando procurado determinado resultado.

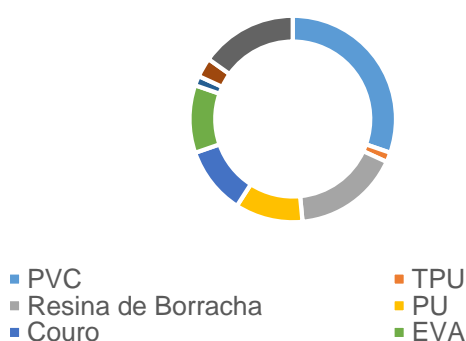
Quadro 1: Principais materiais utilizados na produção de solados

Material	Nomenclatura	Características
NR	Elastômero	Elasticidade e tração na ruptura
SR	Elastômero derivado do petróleo	Abrasão e colagem
PU	Poliuretano	Leveza e colagem
TR	Borracha termoplástica	Flexibilidade e reciclagem total
EVA	Etileno acetato de vinila	Fácil pigmentação e leveza
TPU	Poliuretano termoplástico	Resistencia ao rasgo e hidrólise
PVC	Cloreto de Vinila	Boa adesão e isolamento

Fonte: Melo Junior; Santos, 2017 adaptado pela autora.

Já na Figura 6 é apresentado um panorama do cenário acerca da previsão do consumo mundial de materiais para a fabricação de solados no ano de 2005.

Figura 6 - Previsão do consumo mundial de material para solado no ano de 2005



Fonte: Andrade e Corrêa, 2001, adaptado pela autora

2.5 . Biônica

Assim como os grupos sociais da humanidade apresentam mudanças com o passar dos anos, a fim de uma melhor adequação e condição de existência, os organismos vivos, em sua luta pela sobrevivência, são o resultado da evolução e da seleção natural que ocorre a bilhões de anos no planeta Terra, onde o que melhor se adapta às condições do meio têm maiores chances de vencer. Deste modo, as características que resultam em eficiência e funcionalidade, passam para as gerações seguintes onde aqueles que não desenvolvem tais características tendem a desaparecer. Em contraponto ao ser humano, que possui um curto período de tempo em sua existência, a natureza possui milhões de anos de experiência, modelando e adequando suas criações em busca da eficiência. O homem por sua vez, desde seus antepassados primitivos soube aproveitar essa experiência, usando a natureza como fonte de inspiração para a solução de problemas (RAMOS; SELL, 1994).

Considerando tais premissas, é inserida a biônica, que estuda os sistemas vivos, ou semelhantes aos vivos, por meio de seus processos biológicos, para a descoberta de aplicabilidade em sistemas mecânicos, formas, produtos, processos, técnicas e novos princípios aplicáveis à tecnologia. Tem como ponto inicial um fenômeno natural e a partir daí desenvolve uma solução de projeto (MUNARI, 2008) (ARRUDA [2014?]). Para Salvador (2003) ela parte do princípio de que o organismo vivo atual é resultado da evolução de uma espécie e adaptação de suas funções ao meio ambiente. A natureza é uma fonte de ideias validas para serem aplicadas na resolução dos problemas humanos, onde é preciso compreensão dos princípios contidos nos sistemas naturais para a construção do meio artificial (SALVADOR, 2003).

Soares (2008) afirma que o conceito da biônica está focado basicamente na imitação da forma biológica e estrutura fisiológica dos organismos. A partir da análise dos sistemas naturais, com o objetivo de se identificar soluções, adaptando-se para a contribuição de soluções de problemas técnicos, permite-se a criação de formas análogas, funções análogas ou comportamentos análogos. Para a aplicação da biônica na criação de formas análogas é necessário o estudo da forma do objeto em questão, visando a aplicabilidade dos princípios contidos nesta forma na criação de

um novo produto. Enquanto no estudo das características permite ao objeto natural o cumprimento de suas funções possibilitando a criação de produtos que cumpram funções similares. Bem como a partir da compreensão dos artifícios que os sistemas naturais desenvolvem é extraído o máximo de eficiência de suas formas que cumpram suas funções com o mínimo de materiais e componentes (SALVADOR, 2003).

Para Benyus (2012) a natureza pode ser explorada pela biônica seguindo três praticas: a natureza como modelo, imitando ou se inspirando nos modelos da natureza bem como seus processos para solucionar e resolver problemas humanos; a natureza como medida: usando um padrão ecológico para ajuizar a correção das novas inovações. Após 3 bilhões de anos de evolução, a natureza aprendeu o que funciona, o que é apropriado e o que dura. E pôr a natureza como mentora: nova forma de ver e valorizar a natureza, ela inaugura uma era com base naquilo que podemos aprender com ela, e não naquilo que podemos extrair dela.

A autora afirma também que usar a natureza como fonte inspiradora e imitá-la de forma respeitosa é ainda uma abordagem nova em uma sociedade que está acostumada a dominar e utilizar seus recursos de forma exploratória e leviana (BENYUS, 2012). Ao contrário do que se pregava na Revolução Industrial a biônica apresenta uma era baseada não no que se pode extrair da natureza, mas sobre o que é possível aprender com ela, fazendo as coisas na maneira da natureza. Assim é possível mudar a forma de cultivar alimentos, de produzir materiais, de gerar energia, de curar, de armazenar informações, de realizar negócios e construir moradias (SOARES et.al. 2016).

Utilizar características biológicas induzidas como base para o desenvolvimento técnico pode ser considerado uma ferramenta criativa de eco *design* na medida em que se caracteriza uma pesquisa sistemática de mecanismos biológicos que possam contribuir para o *design* de produtos sustentáveis e/ou sociais (SOARES, 2008). Dapper (2013) também afirma que a biônica possui grandes perspectivas de aplicação nos projetos de *design*, principalmente, tratando-se da solução de problemas mecânicos, tornando interessante a observação da anatomia de elementos naturais que possuem características passíveis de serem estudadas para a aplicação da biônica em produtos. Para Salvador (2003) no *design* a biônica tem o objetivo claro de integrar a educação visual com a técnica-científica. Seus estudos podem abranger

conteúdos extremamente amplos e seu método de análise pode proporcionar o estímulo a pesquisa sobre ricos elementos naturais.

2.5.1 Biônica no Projeto de Produtos

Como mencionado anteriormente a biônica pode dar uma importante contribuição na procura de princípios e soluções a partir dos sistemas naturais que são portadores das funções procuradas. Porém, para a viabilidade de seu uso no projeto de produtos e/ou processos é essencial que haja, além dos conhecimentos acerca das características existentes de um sistema natural, conhecimento de que tipos de problemas de projetos podem ser resolvidos com o auxílio destas informações (RAMOS; SELL, 1994). Para isso é fundamental que se tenha uma pesquisa básica referente a analogias de problemas para projetos e soluções já existentes em meios naturais. O quadro 2 apresenta características e aplicações de sistemas naturais a fim de um embasamento com informações pré-levantadas por pesquisa básica em relação a sua função de aderir e fixar.

Quadro 2: Características e aplicações de sistemas naturais

Função	Sistema Natural	Características	Aplicações
Aderir	Lagartixa	Patas em forma de pás flexíveis que permitem grande aderência em superfícies lisas.	Solas de sapatos; dispositivos para melhorar a aderência entre superfícies.
Deslizar	Serpentes	A forma das escamas facilita o deslocamento para a frente e dificulta o deslocamento para trás.	Essa solução é aplicável em dispositivos tais como: esquis, trenós, solas, correias...
Fixar	Abelha (colmeia)	A forma Hexagonal do favo de mel da colmeia das abelhas contém maior quantidade de cera e energia para ser construída.	Aplicável em estruturas do tipo sanduíche, compostas por células hexagonais, que combinam leveza e resistência mecânica.
Fixar	Aranha (teia)	A aranha constrói sua teia, combinando estruturas em tração com estruturas em compressão.	Construção de estruturas tenseis, apresenta leveza, flexibilidade e resistência.

Fonte: Ramos; Sell, 1994, adaptado pela autora.

Salvador (2003) afirma que para ser aplicada a biônica deve estar fundamentada em duas atividades complementares que são a pesquisa básica que parte da natureza, buscando interpretar fenômenos naturais (taxinomia, fisiologia, biomecânica, funções...), sem necessidade de visar à aplicação imediata e a pesquisa aplicada que parte de problemas de projeto e busca, nos sistemas naturais, princípios de solução que possam contribuir para resolver esses problemas (suas necessidades).

Na construção do meio ambiente artificial, o projetista cria formas e estruturas capazes de cumprir funções que atendam às necessidades físicas e culturais do ser humano. Para que estas necessidades sejam atendidas é essencial o uso da criatividade unida ao conhecimento técnico para planejar o fluxo de materiais, energia ou informações nos produtos, não como objetivo de copiar, mas sim de apresentar uma nova interpretação para os princípios naturais. A partir das formas naturais de comparação com as artificiais pode-se examinar e compreender as características e função dos elementos analisados, onde o processo de análise estético-morfológica é realizado com diversos recursos gráficos como a fotografia, desenho e computação gráfica (modelos tridimensionais) a fim de uma verificação das possíveis correspondências ou similaridades nos produtos do *design*, diagramas de tipologia e da analogia em geral (SALVADOR, 2003).

2.5.2 Inspiração para a Aderência

Como já mencionado anteriormente, as lagartixas são uma boa inspiração quando procurado soluções de aderência a novos projetos. Conhecidas por sua soberania entre os animais escaladores da natureza, elas possuem a habilidade de se mover em superfícies verticais e até em tetos. Podem escalar em um segundo a distância equivalente a 15 comprimentos de seu corpo executando apenas 30 passos. As lagartixas se fixam nas paredes devido às forças intermoleculares, onde a força de atração deve aumentar à medida que o espaço entre as patas e a superfície diminuir. A capacidade de aderência das lagartixas está na estrutura e função das suas patas e nas estruturas presentes em seus dedos que são semelhantes a lâminas finas onde

cada uma é coberta por milhões de estruturas semelhantes e finíssimos pelos, formadas por β -queratina, chamadas também de setas como pode ser observado na Figura 7 (SHIGUEMATU, 2011).

Estudos mostram que um dos fatores que possibilita sua habilidade de escalar paredes é a existência de estruturas diferenciadas em suas patas, que utilizam forças para exercerem a aderência com a superfície em contato. Possíveis mecanismos de aderência incluem interações superficiais como a capilaridade, a viscosidade e a adesão molecular também conhecidas como forças de Van der Waals¹ (SHIGUEMATU, 2011).

Figura 7 - Lagartixa Tokay, espécie originária na Malásia (A); Estruturas presentes na pata de uma lagartixa semelhantes a laminas finas que permitem a aderência em superfícies verticais (B).



Fonte: Shiguematu, 2011; adaptado pela autora.

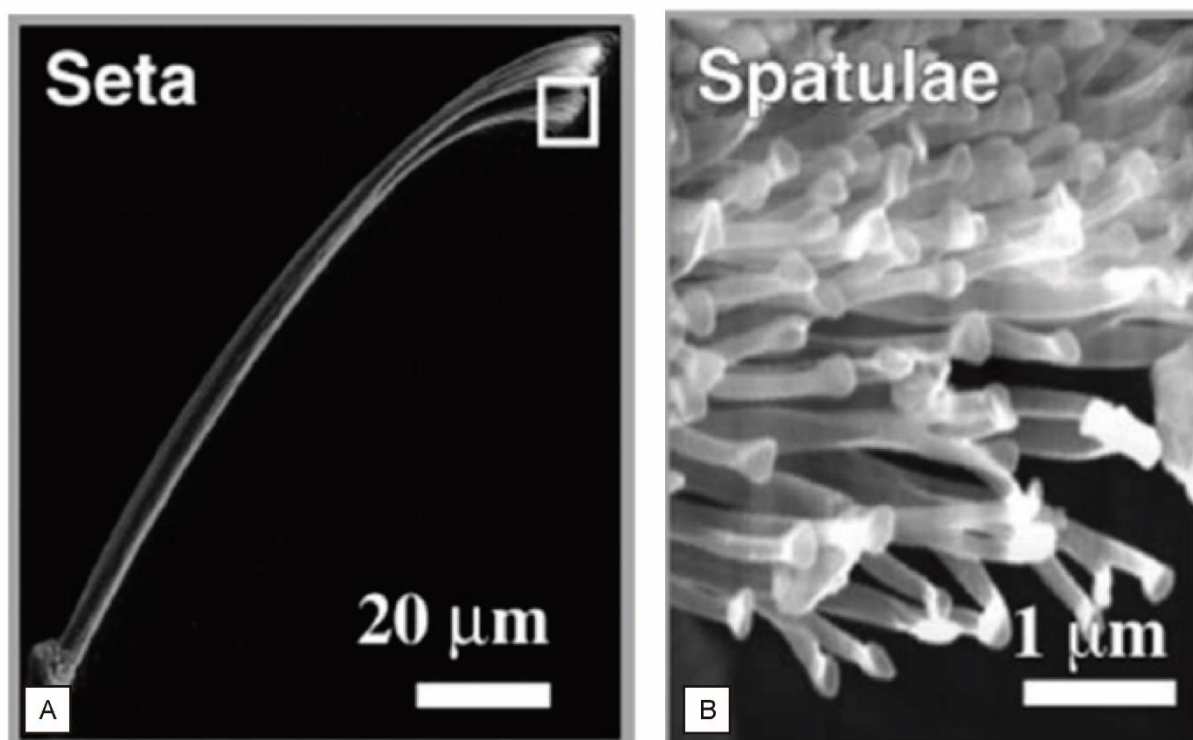
Autum e Peattie (2002 apud SHIGUEMATU, 2011) fizeram estudos com uma lagartixa da espécie Tokay, como pode ser observado na Figura 8 (A) ela possui cerdas ou setas em suas patas com aproximadamente 100 μm de comprimento e 5 μm de diâmetro. Nas extremidades de cada seta existem de 100 a 1.000 pequenas ramificações denominadas espátulas. Cada espátula consiste de uma haste com a

¹ Esta é uma força de origem física em função da ligação química, que reside no fato de que os elétrons podem oscilar entre dois átomos em virtude da aproximação dos materiais, e a magnitude dessa interação é alterada de acordo com a relação da distância de separação entre os sólidos. Esse processo diminui exponencialmente conforme a distância entre os átomos, sendo este um fenômeno de interação eletrostática (GUIDINI; MENDES, 2014).

extremidade achatada e triangular, onde o vértice do triângulo se conecta com a haste da espátula (Figura 8 (B)). A base triangular e achatada das espátulas favorece o contato delas com a superfície a ser escalada, intensificando a ação das forças de adesão molecular ou Van der Waals (SHIGUEMATU, 2011).

Dellit (1934 apud SHIGUEMATU, 2011) também formulou a hipótese sobre o papel das setas na locomoção das lagartixas, disse que elas são como ganchos que se fixam em superfícies irregulares (micro interligação), onde a aderência é mais forte ou mais eficiente em superfícies ásperas, e que a locomoção invertida (caminhar no teto) deve ser difícil, se não impossível, uma vez que o atrito só funciona paralelamente ao plano de locomoção, não deixando nenhum componente de força vertical para se opor à força gravitacional (SHIGUEMATU, 2011).

Figura 8 - Estruturas semelhantes a uma seta, presente na lâmina dos dedos das patas das lagartixas (A); nas extremidades de cada seta, possui uma grande quantidade de estruturas chamadas de espátulas (B).



Fonte: Shiguematu, 2011; adaptado pela autora.

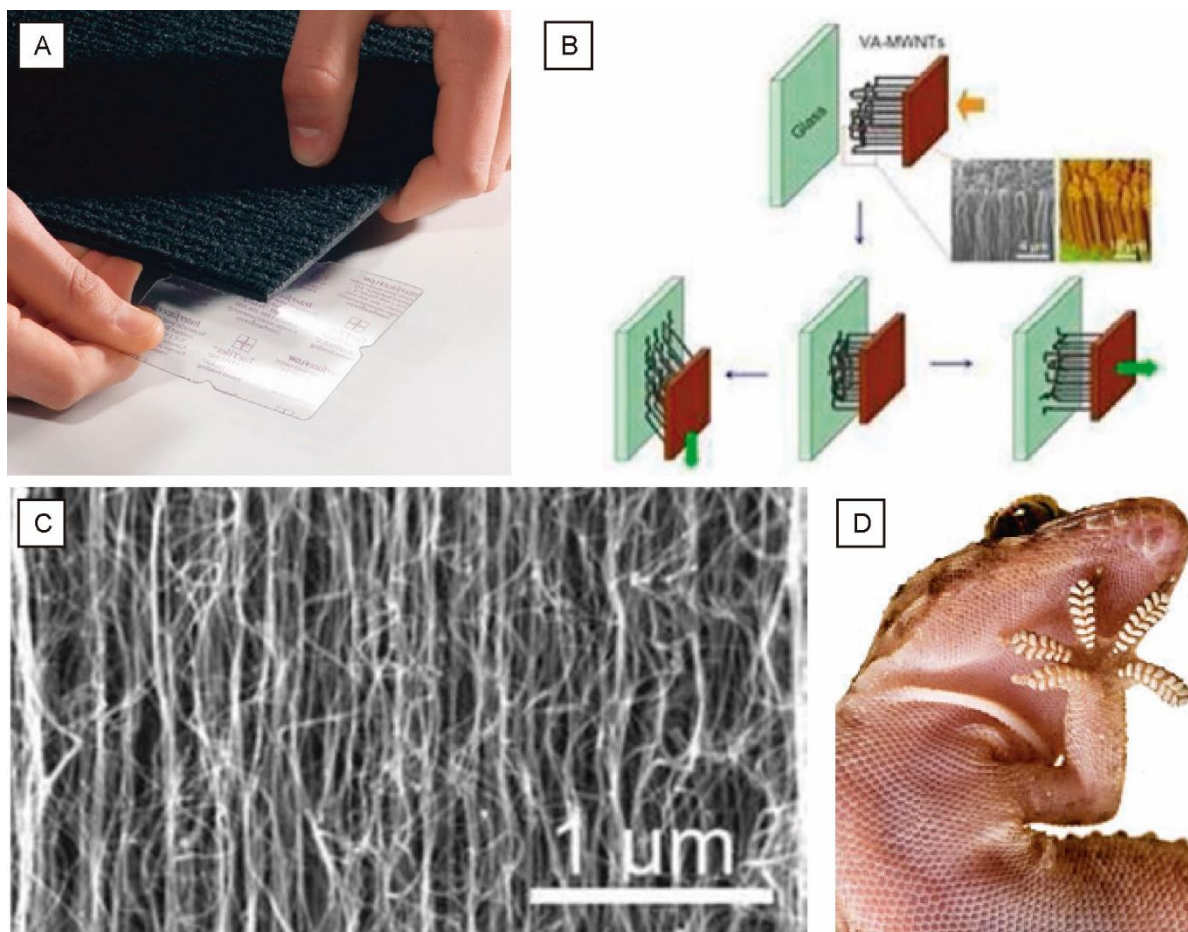
Cada seta pode produzir em média uma força de 6,2 μN, e uma tensão média de cisalhamento de 0,090 N/mm², isso se dá devido a lagartixa produzir uma força de

aproximadamente 20,1 N paralela à superfície de contato com a área da pata de 277mm², onde suas patas possuem aproximadamente 14.400 setas por mm². Todas as 6,5 milhões de setas presentes numa lagartixa Tokay de 50 g podem gerar uma força de adesão de 1.300 N, o que caracteriza uma força suficiente para suportar o peso de duas pessoas (SHIGUEMATU, 2011).

Tendo como base o conhecimento da excelência da adesão das lagartixas, a empresa Interface criou o TacTiles (Figura 8 (A)), um material adesivo que é utilizado em um sistema de instalação de carpetes que usa seus conectores adesivos sem cola para fixar ao invés de colar o piso (ARRUDA; SOARES, 2017). Segundo a Interface foi a partir do exemplo da lagartixa que eles desenvolveram um sistema de instalação sem cola que usa a força estrutural inerente de sua base para criar assim um “piso flutuante” dimensionalmente estável, o TacTiles é então uma alternativa mais rápida, limpa e amigável com o planeta do que outras alternativas tradicionais do mercado.

Utilizando a técnica das lagartixas de subir em paredes, pesquisadores do Instituto da Geórgia, nos Estados Unidos, criaram um material capaz de produzir uma força adesiva anisotrópica, que varia sua direção (Figura 9 (B e C)). O adesivo é feito de Nano tubos de carbono e possui uma força adesiva dez vezes maior que a força de adesão dos pés da lagartixa tornando-se assim um material reversível e reutilizável, bastando uma pequena força para fazê-lo soltar-se da superfície em que está fixado (SHIGUEMATU, 2011)

Figura 9 - TacTiles, material adesivo resultante da função do estudo da aderência das patas da lagartixa (A); Adesivo feito com nano tubos de carbono que é mais eficiente do que o adesivo natural encontrado nos pés das lagartixas; Visão microscópica dos nano tubos. (B); Visão microscópica dos nano tubos. (C); Visão microscópica dos nano tubos. (D)



Fonte: Shiguematu, 2011; adaptado pela autora.

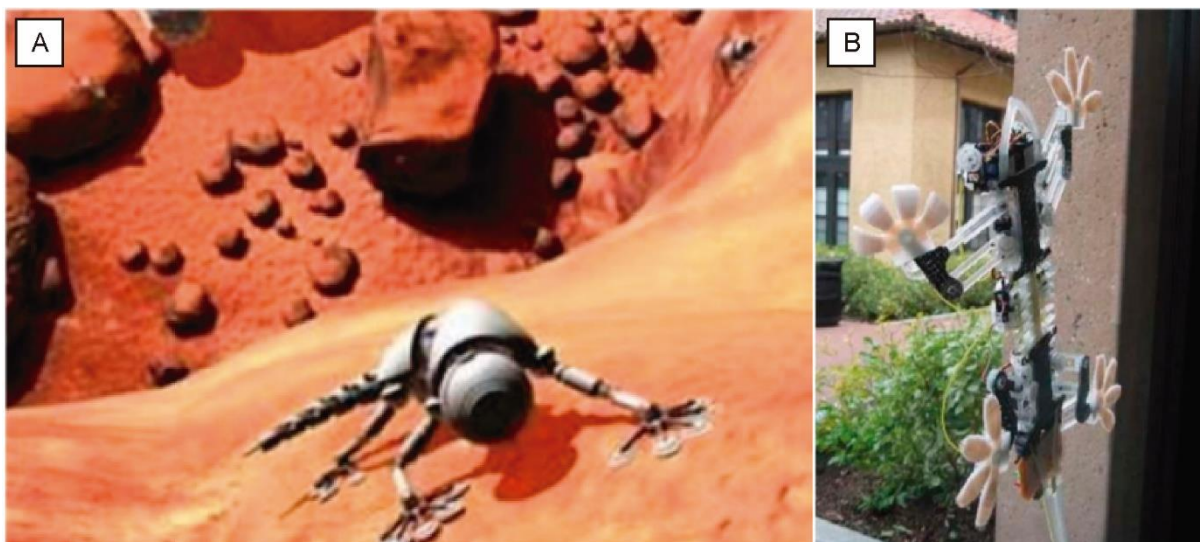
Quando pressionados em superfícies, os nano tubos curvam-se, aumentando a área de contato gerando uma maior maximização da ação das forças de Van der Waals. Já quando o filme é puxado na direção contrária a superfície somente as pontas ficam em contato minimizando a atração e permitindo que o adesivo se solte (SHIGUEMATU, 2011).

A interação entre as moléculas das estruturas presentes nos dedos do pé da lagartixa e as moléculas das superfícies verticais por onde ela caminha mediante a atração molecular é tão surpreendente que um grupo de pesquisadores americanos liderados por Mark Custkosky, da universidade de Stanford desenvolveu um robô

capaz de subir superfícies de vidros extremamente lisas. O robô é chamado de Stickybot (Figura 10 (A)) e é capaz de exercer a mesma característica da lagartixa devido ao material usado nos seus pés possuir uma cópia do desenho estrutural das patas desse animal e utilizando-se da adesão seca. Os fios microscópicos, cerca de 100 vezes menor do que um fio de cabelo, presentes nas pontas dos dedos, são substituídos por material de borracha com fios de polímero feitos em microescala (SHIGUEMATU, 2011).

A mesma tecnologia foi pesquisada pela equipe do Dr. Metin Sitti, da Universidade Carnegie Mellon, nos Estados Unidos, eles projetam robôs capazes de se locomoverem em qualquer tipo de terreno (Figura 10 (B)), sendo então possível a exploração de locais desconhecidos, onde utilizado em explorações espaciais o mesmo possui grande vantagem em ambientes de baixa gravidade pois dispõem de tendências mais ágeis carregando toda a carga útil necessária para realizar os experimentos (SHIGUEMATU, 2011).

Figura 10 - Robô Stickyot que reproduz a habilidade das lagartixas capaz de subir paredes lisas (A); Protótipo do robô lagartixa que poderá ir a missões espaciais (B).

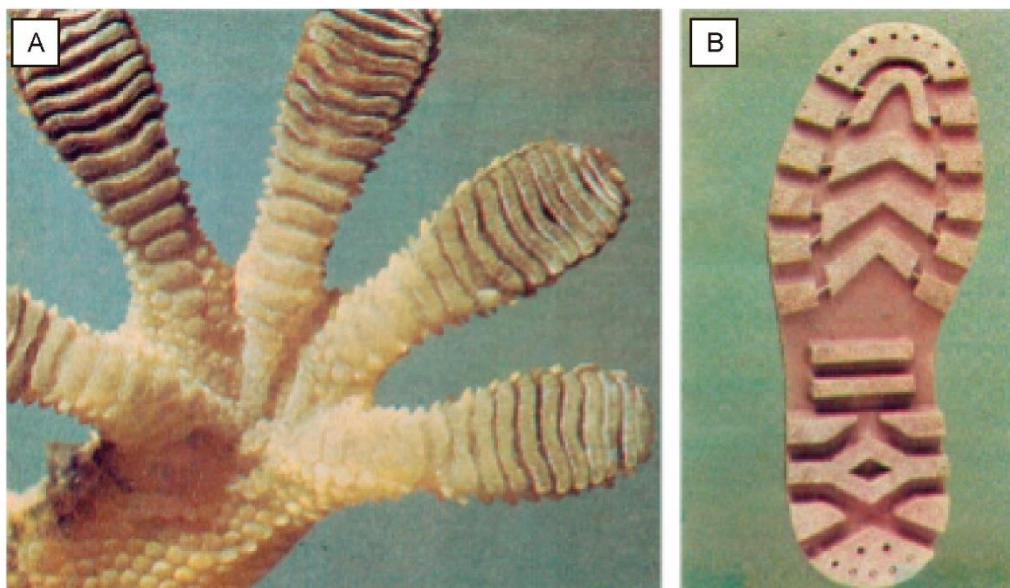


Fonte: Shiguematu, 2011; adaptado pela autora.

Uma semelhança formal com a superfície das patas de uma lagartixa com a solução encontrada para produtos também pode ser observada no uso destas características em algumas solas de sapatos para caminhada que utilizam o mesmo

princípio para facilitar a subida em terrenos e rochas escorregadias (BROECK [2013?]) (Figura 11).

Figura 11 - Pata de lagartixa (A) e sola de sapato (B)



Fonte: Broeck [2013?]), adaptado pela autora.

3 METODOLOGIA

Tendo em vista que no *design*, as metodologias auxiliam o desenvolvimento de projetos com determinações de planejamentos e orientações pré-definidas e mutáveis, unindo a prática e a teoria na busca do melhor resultado possível, é pertinente ao *designer* conhecer e utilizar destes estudos como base em suas criações. A escolha da metodologia é de livre percepção do *designer*, visando a que melhor se adequa a proposta de seu projeto, lembrando que os passos podem ser alterados conforme as necessidades encontradas no decorrer de seu desenvolvimento.

Considerando que o presente projeto pretende apurar a viabilidade do uso da biônica como ferramenta de criação para um produto com características de antiderrapante, adotou-se como base a metodologia projetual proposta por Kindlein e Guanabara (2002) com o intuito de facilitar a utilização dos elementos naturais com analogias e inspirações para o desenvolvimento do produto desejado.

A metodologia proposta pelos autores supracitados, pretende simplificar a utilização de elementos naturais como inspiração para o desenvolvimento de novos produtos. Para isso, são propostos 6 passos a serem seguidos. O primeiro passo, chamado de seleção da amostra, sugere uma análise do ambiente (sociedade) para uma identificação de uma possível necessidade, algo que não tenha sido atendido por um produto possibilitando assim a elaboração de um problema existente.

A segunda etapa, mais prática, é feita pela coleta das amostras, onde busca-se elementos naturais no meio ambiente, sendo necessário extremo cuidado para

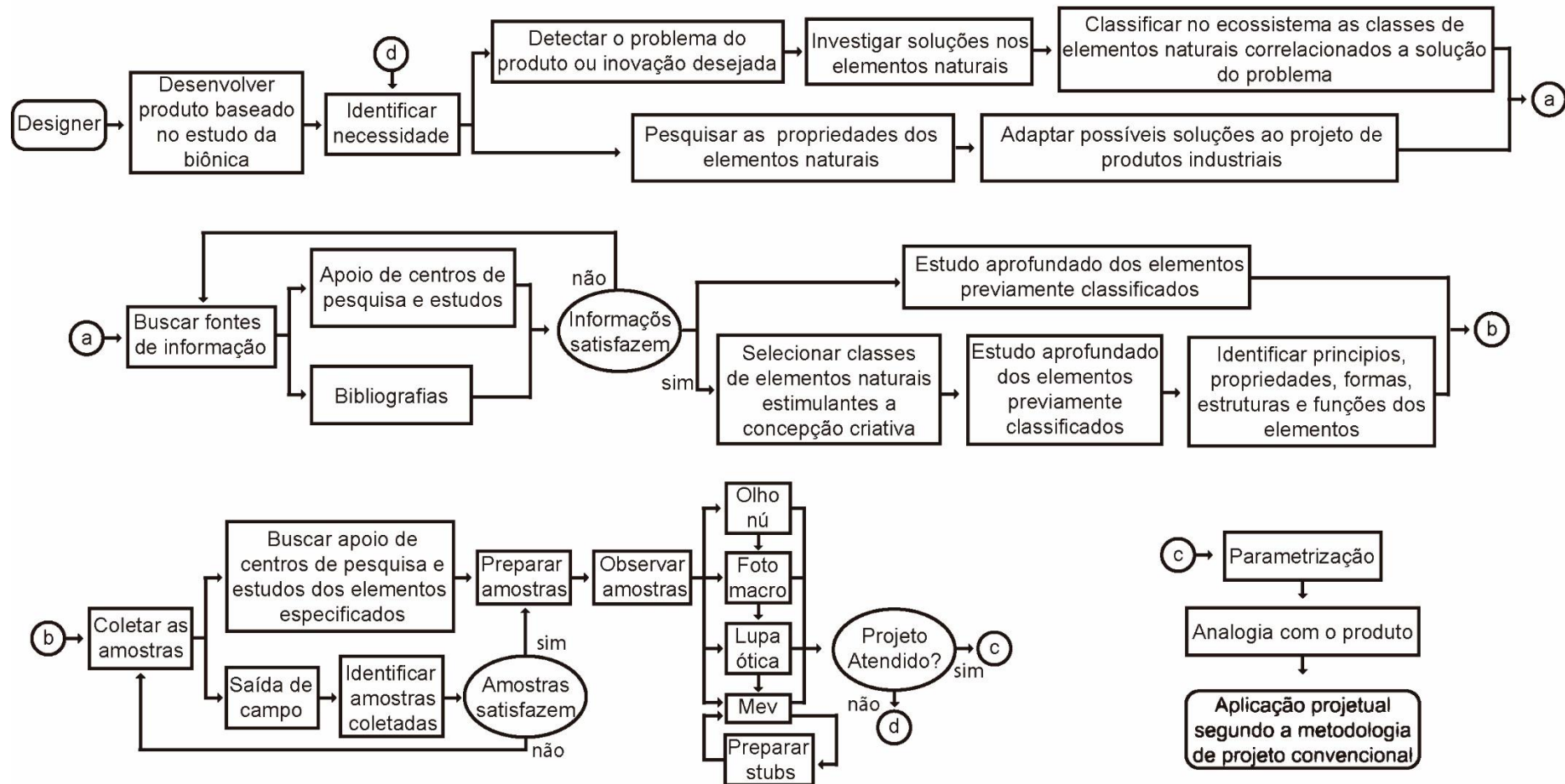
mantê-lo íntegro, onde qualquer descuido pode danificar o elemento natural e prejudicar a eficácia e exatidão das etapas seguintes. Sugere-se aqui, equipamentos e objetos que possam auxiliar na coleta, diversificando o uso conforme a necessidade da captura do elemento natural escolhido. Para a etapa seguinte, também se faz necessário o uso de ferramentas ou objetos que auxiliem na observação e investigação de seus elementos estruturais ou característicos. Para isso pode-se utilizar equipamentos tecnológicos como microscópios, lupas, fotografias macro e até mesmo a análise a olho nu.

Para a quarta etapa é tratado da parametrização do elemento natural, onde a partir das imagens coletadas nas etapas anteriores e com o auxílio de computadores e *softwares* desenvolve-se parâmetros para os dados adquiridos simplificando os detalhes interessantes das formas. Em seguida faz-se a analogia do sistema natural com o produto, aqui, nesta quinta etapa é possível demonstrar, por meio de análise funcional, morfológica e estrutural que a natureza possui características evoluídas em soluções semelhantes a que o homem procura. Já para a sexta e última etapa, denominada como aplicação projetual, é realizado a análise do funcionamento do sistema, configurando a eficiência estrutural e a possibilidade de transformar os dados obtidos em um novo produto (KINDLEIN & GUANABARA, 2002; DAPPER, 2013). Para um melhor entendimento das etapas os autores desenvolveram um infográfico de detalhamento da metodologia, o mesmo pode ser observado na Figura 12.

Tendo como base a metodologia supracitada, serão considerados duas fases para o projeto, A primeira fase constitui-se com a investigação e busca por soluções do elemento natural que possa vir a proporcionar características de inibição do escorregamento. A seleção dos elementos estudados se dará mediante de suas características estruturais e/ou funcionais similares ao proposto pelo projeto. Para uma maior compreensão do que o produto a vir ser ofertado necessita, será feita uma análise de similares já existentes no mercado, a fim de se evitar erros ou identificar características com êxito. Por fim, a primeira fase se dá com a escolha do elemento que melhor se adequa ao procurado.

A segunda etapa do projeto é composta por etapas criativas, com gerações de alternativas e a parametrização do elemento escolhido. Por fim, a criação do novo produto proposto e testes de funcionalidade para comprovação da eficácia quanto ao que fora proposto.

Figura 12 - : Infográfico da metodologia proposta por Kindlein e Guanabara (2002)



Fonte: Kindlein e Guanabara (2002), adaptado pela autora.

4 ANÁLISE DE SIMILARES

4.1 Calçados Antiderrapantes

Em pesquisa realizada no mercado atual brasileiro, a existência de calçados que apresentem a característica de antiderrapante se mostra escassa quando direcionada ao público idoso, porém com certa quantidade de opções quando utilizado no mercado de segurança do trabalho. Dentre as marcas e produtos encontrados, a principal referência no mercado é a marca Canada EPI Calçados Profissionais, fundada no ano de 2008 na cidade de estância velha no Rio Grande do Sul – BR, sua visão é de ser referência mundial na fabricação de calçados profissionais, confortável e antiderrapantes. A empresa, por sua vez é detentora do primeiro calçado antiderrapante do Brasil, o sapato *STICKY SHOES CA. 27891*, que recebeu o prêmio de melhor calçado apresentado na feira FISP de 2010.

Sticky Shoes é um calçado pensado para o ambiente de trabalho, com atenção voltada especialmente ao segmento gastronômico e médico-hospitalar. O solado *Sticky*, é feito de borracha e aliado ao formato hexagonal com espaçamentos o deixam verdadeiramente antiderrapante, conforme pode ser observado na Figura 13. Seu funcionamento pode ser comparado a ação de um pneu de um carro quando utilizado em dias chuvosos, a película de água escoar entre os frisos fazendo com que o solado

toque diretamente o solo “grudando” no chão. Este produto possui índice de resistência ao escorregamento SRC² (CANADA, 2019).

Figura 13 - Solado Sticky Shoes



Fonte: Canada EPI Calçados Profissionais LTDA, 2019, adaptado pela autora.

Outro exemplo encontrado no mercado brasileiro quando se trata de calçados antiderrapantes são os produtos da marca *Soft Works EPI Calçados LTDA*, localizada na cidade de Franca – SP. Sua principal peça antiderrapante é o solado *Super Grip*, composto por uma borracha especial (composição de borracha sintética especial + borracha natural) é resistente ao escorregamento em piso cerâmico com solução de detergente e em piso de aço com solução de glicerol, (SRC – mais alto nível de resistência ao escorregamento) resistente ao óleo combustível e à absorção de energia na região do salto (SOFT, 2019).

² Com base nas normas sobre Equipamentos de Proteção Individual ABNT NBR ISO 20345 (Calçado de Segurança), ABNT NBR ISO 20346 (Calçado de Proteção) e ABNT NBR ISO 20347 (Calçado Ocupacional), a emissão ou renovação de um CA (Certificado de Aprovação) de um calçado depende, também, da aprovação nos testes de resistência ao escorregamento do solado. Nesses ensaios, os EPIs podem ser testados em três níveis: SRA, SRB e SRC. O fabricante alcança o selo SRA quando seu calçado passa no teste de resistência ao escorregamento do solado em piso cerâmico com solução de detergente. Já o selo SRB comprova que o produto passou no ensaio em piso metálico com solução em óleo. Por sua vez, o selo SRC atesta que o EPI foi aprovado nos dois testes anteriormente citados (SEFTLINE, 2019).

Figura 14 - Solado Super Grip



Fonte: Soft Works EPI, 2019, adaptado pela autora.

As duas marcas mencionadas anteriormente possuem a parte estrutural do solado antiderrapante muito semelhantes, tendo variação entre formatos, porém mantendo-se uma repetição dos elementos e espaçamentos similares.

Outra marca que apresenta uma opção antiderrapante é a empresa *Fujiwara* que tem alta representatividade no setor de Segurança e Saúde do Trabalho. A tecnologia criada é a *Grip Rubber Flex in Natura* que permite proteção 360 graus e traz confiança para você executar as mais ousadas tarefas do seu dia a dia. Todo o solado é revestido com micro ranhuras transversais, que fazem com que fluidos escorram instantaneamente ao toque, eliminando qualquer película isoladora de atrito (FUJIWARA, 2019).

Figura 15 - Solado Grip Rubber Flex in Natura



Fonte: Fujiwara, 2019.

Por sua vez, a marca *Safetline*, a fabricante da mais completa linha de calçados de segurança do Brasil, também oferece produtos resistentes ao escorregamento do solado, buscando suprir seu objetivo de promover a segurança do usuário ao caminhar sobre superfícies que haja água, óleo, detergente ou qualquer outra substância que facilitem o escorregamento ou, ainda, sobre superfícies de auge e declive. Dentre os produtos encontrados em seu portfólio, estão três solados com tecnologias pensadas e aprovadas com distinção em todos os ensaios exigidos pela legislação de Segurança e Saúde no Trabalho vigente quando se trata de solados antiderrapantes. Entre eles, estão os solados *Falcon PU/PU*, *Falcon PU/TPU* e *Rudolf PU/PU*, com resistência ao escorregamento nível SRC.

O solado *Falcon* em PU bidensidade (duas camadas de poliuretano) é injetado diretamente no cabedal do calçado. Foi desenvolvido para ampliar a absorção de impacto, a resistência à abrasão, a aderência ao solo, o equilíbrio e conforto. O PU utilizado em sua fabricação possui fórmula própria. Seu design tratorado, tem ângulos e altura geometricamente desenvolvidos para não reterem resíduos. Esse tipo de design também evita que o solado fique pesado, além de impedir o escorregamento inclusive em pisos irregulares. Seu formato *Confort*, que envolve os pés, evita torções. A barra antitorção auxilia o caminhar e impossibilita movimentos inadequados (SAFETLINE, 2019).

O modelo também possui canais aderentes, que proporcionam maior atrito e desempenho na aderência ao solo. Além disso, conta com sistema de drenagem com canais de escoamento que impedem a retenção de resíduos. Por sua vez, o sistema *Flex Point* propicia maior flexibilidade e segurança com a eliminação de cantos e bocas de salto. Já o sistema *Full Impact* absorve e redistribui a energia da pisada uniformemente para todo o solado. Esse sistema também auxilia na correção da pronação e possibilita total equilíbrio e qualidade ao caminhar. Dispõe, ainda, do sistema *Correct Folder*, que proporciona a dobra correta dos pés e garante maior contato e aderência ao solo em diversas condições e terrenos. O modelo também conta com o *ABS System*, perfeito sistema antiescorregão, único em sua categoria (SAFETLINE, 2019).

Figura 16 - Solado Falcon em PU bidensidade



Fonte: Saferline, 2019.

Outro modelo resistente ao escorregamento da marca *Safetline* o solado *Falcon* TPU – Bidensidade PU/TPU (uma camada de poliuretano expandido e outra de poliuretano termoplástico) é injetado diretamente no cabedal. Este modelo de solado foi desenvolvido para ampliar a segurança e o conforto do usuário. Muito mais resistente a impacto, abrasão, pressão, rasgo, hidrólise, ataque microbológico e hidrocarbonetos. Trata-se de um material de alta performance e durabilidade, mais aderente, flexível e resiliente. É ideal para pisos escorregadios, pisos molhados, pisos com óleo e ambientes com altas e baixas temperaturas. Além disso, é transparente e não risca o chão. Seu *design* é o mesmo utilizado no modelo apresentado anteriormente (SAFETLINE, 2019).

Figura 17 - Falcon TPU – Bidensidade PU/TPU



Fonte: Saferline, 2019.

Por fim, o solado Rudolf Bidensiidade PU/PU (duas camadas de poliuretano) foi desenvolvido para ampliar a absorção de impacto, a resistência à abrasão, a aderência ao solo, o equilíbrio e o conforto. O PU utilizado em sua fabricação possui fórmula própria. Seu design, tem ângulos e altura geometricamente desenvolvidos para não reterem resíduos, evitando que o solado fique pesado e impede escorregamento. Sua barra antitorção auxilia o caminhar e impossibilita movimentos inadequados e torções. O modelo também possui canais aderentes, que proporcionam maior atrito e desempenho na aderência ao solo, contando também, com sistema de drenagem com canais de escoamento que impedem a retenção de resíduos. Por sua vez, o sistema *Flex Point* propicia maior flexibilidade e segurança com a eliminação de cantos e bocas de salto. Já o sistema *Full Impact* absorve e redistribui a energia da pisada uniformemente para todo o solado. Este sistema também auxilia na correção da pronação e possibilita total equilíbrio e qualidade ao caminhar. Dispõe, ainda, do sistema *Correct Folder*, que proporciona a dobra correta dos pés e garante maior contato e aderência ao solo em diversas condições e terrenos. Por fim, seu *ABS System* é um perfeito sistema antiescorregão (SAFETLINE, 2019).

Figura 18 - Rudolf Bidensiidade PU/PU



Fonte: Saferline, 2019.

O mercado brasileiro também apresenta opções de adesivos antiderrapantes para caçados. Neste caso, observou-se que a destinação do produto é, em sua

maioria, voltada ao público feminino, sendo utilizado principalmente em casos de sapatos de saltos. Confeccionados em materiais mais abrasivos são indicados ao uso em sapatos com solados mais lisos. Sua aplicação é feita por meio de uma cola em sua superfície traseira e grudada ao calçado. Nenhum dos produtos encontrados passa por testes de comprovação de sua capacidade antiderrapante .

4.2 Calçados para o público idoso

Quando procurado por calçados antiderrapantes ao público idoso não foram encontrados resultados para a categoria, tanto em pesquisa realizada por meio de meios online como sites de buscas, e-commerce ou por meios físicos em lojas de calçados, roupas, acessórios de ortopedia entre outros na região do Vale do Taquari no estado do Rio Grande do Sul.

Os calçados encontrados para o público idoso apresentam um posicionamento no mercado como calçados conforto, podendo assim abranger uma maior gama de clientes que buscam um calçado pelo conforto muito além do que apenas pela estética. Em decorrência disto, os calçados apresentados desta forma não são esteticamente agradáveis, exibindo na maioria das vezes um acabamentos grosseiros e formatos pouco atraentes.

Dentre as marcas investigadas no setor de calçados conforto está a empresa *Doctor Pé*. Em seu portfólio são apresentados modelos ao público masculino com botas, chinelos, calçados especiais para diabéticos, mocassins, sandálias, sapatênis, e para o público feminino babuches, botas, sapatos, sandálias para diabéticos, peep toes, rasteiras ou rasteirinhas, sandálias *comfort*, sandálias, sapatênis, sapatilhas, sapatos *comfort*, sapatos e tamancos. A grande maioria dos modelos da marca são denominados como anatômicos. Um calçado anatômico, é aquele que é produzido para proporcionar conforto e proteção aos pés. A principal matéria prima utilizada pela marca é o couro natural no seu cabedal e seus produtos variam numa escala de preço entre R\$ 150,00 a R\$ 220,00. Outros materiais também formam os calçados da marca, como materiais flexíveis, fechos e velcros reguláveis, o neopreme também é bastante

utilizado em calçados para envolver o joanete e acabar com o desconforto e seus solados. A forração é feita através de tecido espumado com ação antibacteriana, palmilhas também em material espumado e solado em PU (poliuretano). Na Figura 19 podem ser observados alguns calçados da marca direcionados ao público feminino.

Figura 19 - Sapatos femininos da marca Doctor Pé

Sandálias Femininas	Sapatos Femininos	Sapatos Especiais
	 Sapato Conforto Material Cabedal: Couro Nobre Fechamento em zíper. Solado em PU	
Sandália Anatômica Material Cabedal: Couro Nobre Fechamento em velcro. Solado em PU		Tamanco para joanete Material Cabedal: Couro Nobre Solado em PU
		
Sandália para Joanete. Material Cabedal: Neopreme Tira trazeira em couro e fechamento em velcro. Solado em PU		Tênis Extra Conforto para Joanetes Material Cabedal: Neopreme e Nobuck Solado em PU
		
		Sapato para Diabéticos Material Cabedal: Couro Fechamento: Velcro Solado em PU
Sandália Anatômica Extra Conforto Material Cabedal: Couro Nobre Fechamento em velcro. Solado em PU	Sapato Conforto Material Cabedal: Couro Nobre Fechamento em elástico. Solado em PU	

Já na Figura 20 são apresentados os modelos conforto da marca *Doctor Pé* direcionados ao público Masculino.

Figura 20 - Sapatos masculinos da marca Doctor Pé.

Sapatos Masculinos	Sandálias Masculinas	Sapatos Especiais
 <p>Sapato Conforto Material Cabedal: Couro Nobre Fechamento em velcro. Solado em PU</p>	 <p>Sandália Conforto Material Cabedal: Couro Nobre Fechamento em velcro. Solado em PU</p>	 <p>Sandália com palmilha removível para diabéticos. Material Cabedal: Couro Nobre Fechamento em velcro Solado em PU</p>
 <p>Sapato Confortável Material Cabedal: Couro Solado em PU</p>	 <p>Sandália Conforto Material Cabedal: Couro Nobre Fechamento feito por encaixe. Solado em PU</p>	 <p>Sapato Masculino para Diabéticos Material Cabedal: Couro Fechamento em velcro Solado em PU</p>
 <p>Sandália Conforto Material Cabedal: Neopreme e detalhes em couro Fechamento em encaixe. Solado em PU</p>	 <p>Sandália Conforto Material Cabedal: Couro Nobre Fechamento em velcro. Solado em PU</p>	 <p>Sapato para Diabéticos Material Cabedal: Couro Fechamento: Cadarço Solado em PU</p>

Fonte: Doctor Pé, 2019, adaptado pela autora.

Como mencionado anteriormente, pode-se observar nos modelos apresentados nas Figuras 19 e 20 acabamentos menos detalhados como o uso de tiras mais largas que confere ao calçado um maior conforto na hora da caminhada. Nos modelos femininos, percebe-se que o uso de costuras é muito utilizado para delinear a forma do calçado e como adorno. Estes modelos também em sua maioria apresentam solados grossos e salto inteiro. Tanto nos modelos femininos quanto nos modelos masculinos o uso do fechamento em velcro se faz presente pois facilita na hora do calçar. Outros tipos de fechamento também são utilizados como o zíper, elástico e até mesmo apenas por encaixe. Todos os modelos da marca são confeccionados com solados em material PU (poliuretano) variando através do formato e desenho da parte inferior.

Os modelos especiais para diabéticos possuem uma quantidade de costuras internas menores para evitar possíveis lesões oriundas do contato da pele e o calçado com forração interna de materiais almofadados e respiráveis que contribuem para a manutenção da temperatura ideal e absorvem a humidade natural dos pés. O solado é mais resistente para evitar perfurações de objetos cortantes. Os cabedais são feitos com materiais flexíveis que ajustam a largura e altura do pé, e por fim, alguns modelos contam com ajuste em velcro que acomodam os pés perfeitamente.

Outra marca encontrada quando pesquisado por sapatos do tipo conforto, foi a *Pé Relax Confort Shoes*. Dentre seus modelos encontramos uma linha de calçados confortáveis e confeccionados em sua maioria em couro legítimo e solados confeccionados em material PU (Poliuretano). Na Figura 21 podem ser observados alguns de seus modelos. O valor ofertado para seus produtos varia entre R\$ 150,00 à R\$ 300,00. Em categorias especiais, a marca oferece calçados especiais para problemas com joanetes e esporões de calcâneo.

Figura 21 - Calçados da marca Pé Relaz Confort Shoes

Sapato Feminino Fechado



Material Cabedal: Couro Nobre
Fechamento em zíper.
Solado em látex

Sandália Feminina



Material Cabedal: Couro Nobre
Fechamento em zíper.
Solado em PU

Babuche Feminina



Material Cabedal: Laycra
Encaixe no pé
Solado em PU

Tênis para Joanele Feminino



Material Cabedal: Laycra
Encaixe no pé
Solado em PU

Sandálias Feminina Ortopédica



Material Cabedal: Laycra
Fechamento em elástico.
Solado em PU

Sapato Feminino Boneca



Material Cabedal: Couro Ecológico
Encaixe no pé
Solado em PU

Sapato Conforto Masculino



Material Cabedal: Couro Natural
Encaixe no pé
Solado em PU

Sapato Conforto Masculino



Material Cabedal: Couro Natural
Encaixe no pé
Solado em Borracha

Sapato Masculino Anti Stress



Material Cabedal: Couro Natural
Fechamento em cadaço
Solado em PU

Sandália Masculina



Material Cabedal: Couro Natural
Fechamento em velcro
Solado em PU

Bota Masculina



Material Cabedal: Couro Natural
Fechamento em cadaço
Solado em PU

Sandália Masculina



Material Cabedal: Couro Natural
Fechamento em velcro
Solado em PU

5 COLETA E OBSERVAÇÃO DAS AMOSTRAS

Como mencionado no Capítulo 2, uma considerável inspiração quando procurado a característica da aderência são as lagartixas. Foi visto que a capacidade de sua aderência está diretamente ligada na estrutura e função de suas patas e dedos que são semelhantes a lâminas finas cobertas por milhões de estruturas semelhantes e finíssimos pelos que permitem a sua fixação devido a forças intermoleculares, onde a força de atração deve aumentar à medida que o espaço entre as patas e a superfície diminuir.

Para uma melhor observação do elemento natural e coleta de imagens fora analisado uma lagartixa coletada e cedida por terceiro (um biólogo cuja identidade será preservada). A lagartixa foi coletada no Município de Anta Gorda – RS com coordenada aproximada de -28.970648, -52.006888 em torno de dois anos atrás e conservada em um vidro com álcool.

O animal observado, na Figura 22, é do tipo *Anisolepis Grillii*, também conhecido como lagartixa das uvas. Além de serem alongadas possuem a característica de terem uma cauda muito longa, vivendo em árvores, sendo abundantes nos parreirais na região dos campos de cima da Serra do Estado do Rio Grande do Sul. São vistas também nas matas subtropicais chuvosas do planalto meridional, pelo lado oriental. São velozes quando fogem pelos ramos. Sua cauda é extremamente longa e possui desenhos angulosos que formam anéis escuros na causa semelhantes a alguns ofídios (LEMA, 2002).

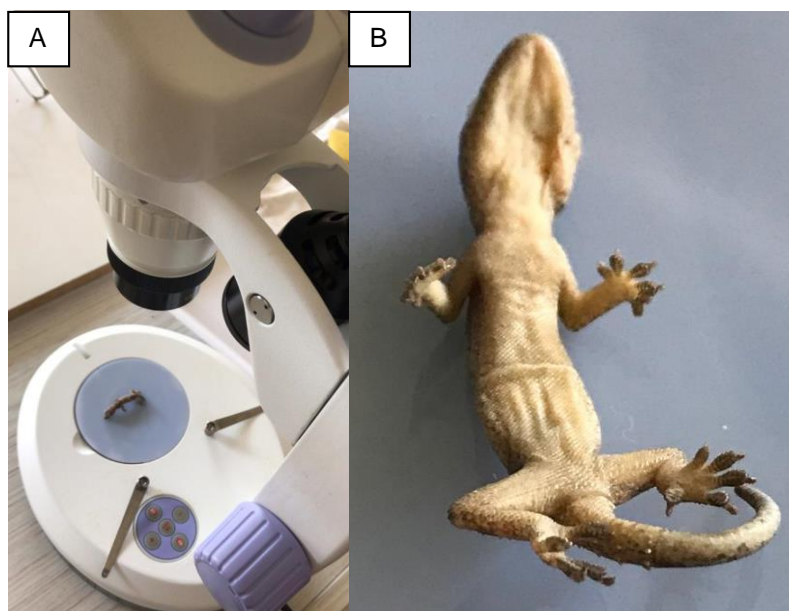
Figura 22 - Lagartixa *Anisolepis grillii* coletada



Fonte: Elaborado pela autora (2019)

O material utilizado para observação foi um estéreo microscópio binocular, modelo TIM-30, marca Opton, com lentes oculares de aumento WF10X e objetiva de 5X. Para obtenção de algumas imagens utilizou-se um celular da marca Iphone modelo 7 Plus. Na Figura 23 pode ser observado a lagartixa em ângulos distintos, em fotografias tiradas com o celular mencionado anteriormente e também o material utilizado para observação.

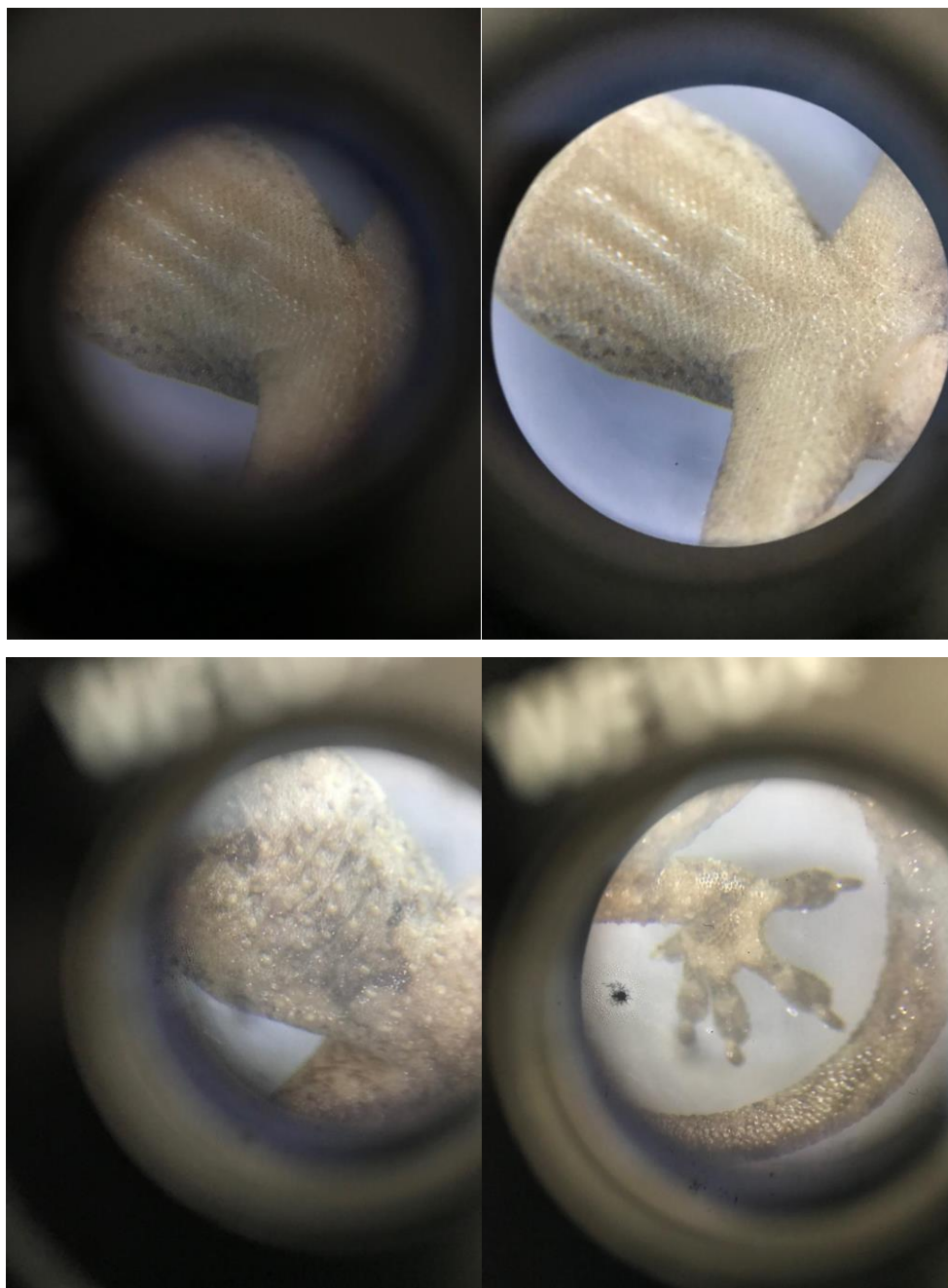
Figura 23 - Estéreo microscópio binocular utilizado para observação da lagartixa (A); foto realizada pelo celular da parte inferior da lagartixa (B).



Fonte: Elaborado pela autora (2019)

Na figura 24 são apresentadas algumas imagens investigadas e obtidas através do estéreo microscópio binocular e após fotografadas com o auxílio de um celular.

Figura 24- Imagens de diferentes partes do corpo da lagartixa obtidas com o estéreo microscópio binocular.



Fonte: Elaborado pela autora (2019)

6 DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO

A partir do que fora mencionado nos capítulos anteriores, iniciou-se a etapa do desenvolvimento do produto. O conteúdo a seguir apresenta algumas etapas propostas na metodologia de Kindlein e Guanabara (2002) com alterações conforme necessidade dos processos. A primeira etapa, a de seleção das amostras, não será mencionada, pois considera-se que o estudo feito em relação ao idoso na sociedade, assim como os efeitos e causas das quedas na vida desta população, já deram base para uma identificação do problema e de uma necessidade.

A analogia feita neste estudo preliminar se deu por meio da lagartixa. A coleta das amostras, foi realizada através da obtenção de uma lagartixa e posteriormente foi realizado a análise e investigação dos elementos externos da mesma, como pode ser observado no capítulo anterior. Para complementação das imagens obtidas, devido a uma insuficiência dos materiais para observação, onde não foi possível uma investigação de formas estruturais com maiores aproximações, foram realizadas pesquisas onde utilizou-se imagens obtidas de terceiros. Os elementos estruturais da lagartixa foram levantados e investigados por meio de fotos e imagens micro e macro realizadas nos estudos considerados anteriormente. A ordem da quarta e quinta etapa foram alteradas, fazendo-se uma analogia com a característica do animal pertinente com a funcionalidade do produto desejado, posteriormente realizou-se a parametrização. Na última etapa da aplicação projetual, foi realizado a análise do funcionamento do sistema a partir de esboços e gerações de alternativas com a criação de um modelo, posteriormente utilizou-se desenhos de construção com a

criação da peça e de um molde em *software* 3D e confeccionou-se um modelo considerado como protótipo. Para conferência da efetividade do projeto foram realizados alguns testes alternativos de aderência e comparados posteriormente. Também fora confeccionado uma segunda sola com o mesmo material utilizado pelo modelo a fim de se ter uma comprovação mais exata de sua funcionalidade.

6.1 Analogia

A natureza é uma grande fonte de inspiração na busca de solução para problemas humanos. A partir da análise de sistemas naturais é possível identificar soluções que possam vir a formar analogias em novos sistemas, produtos ou mecanismos artificiais. Como mencionado anteriormente, a Biônica tem papel fundamental nessa exploração.

Uma considerável fonte de inspiração, quando procurado a função de aderência é a lagartixa, suas patas em formas de espátulas flexíveis permitem ao animal escalar em superfícies lisas e escorregadias. No anseio da busca por inspiração em algum elemento natural, enquanto função antiderrapante, para criação de uma sola de sapato, que possa vir a evitar quedas em pessoas idosas, é considerado de extrema relevância a função de aderência presente na superfície das patas das lagartixas.


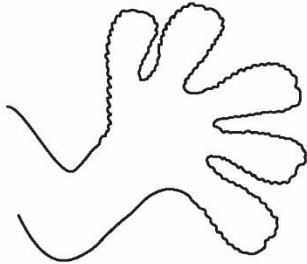

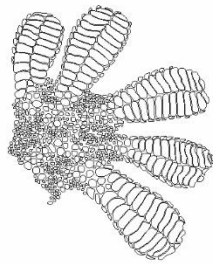
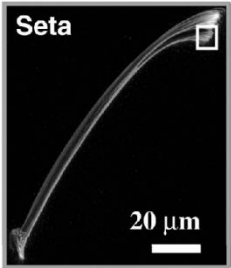
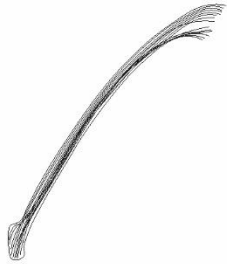
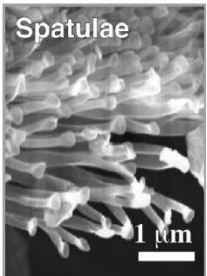
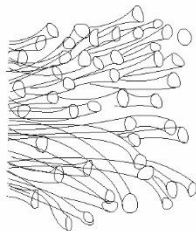
6.2 Parametrização

A parametrização é um processo de definição das formas do elemento natural escolhido a fim da constituição da simplificação de detalhes e elementos relevantes ao estudo e projeto.

Nesta etapa foi realizada a parametrização das informações de interesse transformada em uma linguagem gráfica técnica, por meio de vetorização pelo *software* Illustrator CS6. O processo se deu por meio da análise das formas superficiais da pata de uma lagartixa, explorando-se formas mais evidentes, com separação entre elementos distintos e posteriormente, deu-se a exploração de suas

formas microscópicas que fazem a constituição de toda sua superfície. No Quadro 3 pode ser observado o elemento natural, pertencente a lagartixa, e sua parametrização.

Quadro 3: Parametrização

Elemento	Figura Analisada	Parametrização
Pata de uma lagartixa (forma externa)		
Pata de uma lagartixa (formas internas)		
Microestrutura de elemento da pata de uma lagartixa		
Nanoestrutura de elemento da pata de uma lagartixa		

Fonte: Shighematu, 2011; Bicalho, Ricardo, 2009, adaptado pela autora.

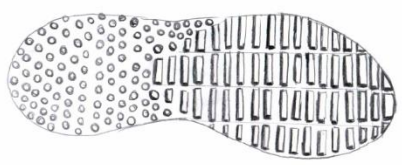
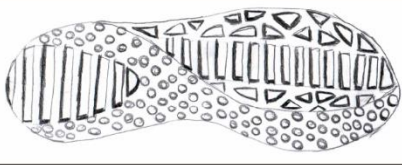
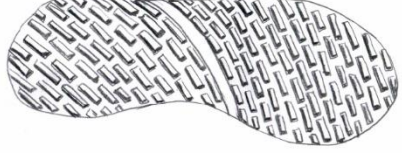
Após a parametrização dos elementos responsáveis pela aderência das lagartixas deu-se início o desenvolvimento das etapas criativas.

6.3 Modelo

A partir da análise de todos os dados obtidos e levantados anteriormente foi realizado a etapa de projeção que resultará na criação de um novo produto viável em questões projetais, produção e fabricação, estética e funcionalidade. A primeira etapa consiste na geração de alternativas com criação de esboços realizados manualmente com o auxílio de lápis e papel. As ilustrações e sua descrição podem ser observadas no Quadro 4.

Quadro 4: Geração de alternativas

Nº	Esboço da alternativa	Descrição
1		<ul style="list-style-type: none"> - Parte frontal inspirada na forma externa da pata da lagartixa como um todo; - Repetição de elementos presentes na estrutura interna da pata.
2		<ul style="list-style-type: none"> - Repetição de elementos retangulares conforme estrutura interna presente na pata; - Elementos triangulares inspirados nas nanoestruturas presentes, onde o final das setas apresentam tal formato.
3		<ul style="list-style-type: none"> - Inspiração no formato da estrutura interna da pata da lagartixa, separado por camadas cada segmento em formatos retangulares e circulares; - Adaptação com elementos conforme necessidade da superfície.
4		<ul style="list-style-type: none"> - Inspiração conforme figura a cima, porém com colocações distintas.
5		<ul style="list-style-type: none"> - Inspiração na repetição das microestruturas presentes na pata da lagartixa, chamada de seta; - Recortes inspirados na segmentação das espatulas que dividem as setas.
6		<ul style="list-style-type: none"> - Inspiração no formato triangular presente na extremidade da nanoestrutura da pata da lagartixa; - Repetição dos elementos inspirado na recorrência das espatulas.
7		<ul style="list-style-type: none"> - Inspiração no formato triangular presente na extremidade da nanoestrutura da pata da lagartixa; - Repetição dos elementos inspirado na recorrência das espatulas e dos elementos presentes na estrutura interna.

8		<ul style="list-style-type: none"> - Inspiração nas estruturas presentes na na parte interna da pata da lagartixa; - Distribuição dos elementos retangulares na parte frontal e circulares na posterior, conforme presença dos mesmos elementos identificados na superfície da pata.
9		<ul style="list-style-type: none"> - Inspiração nas estruturas presentes na na parte interna da pata da lagartixa como retangulos e circulos com a união de elementos triangulares presentes na nanoestrutura chamadas de espátulas.
10		<ul style="list-style-type: none"> - Repetição de elementos retangulares conforme extrutura interna presente na pata.

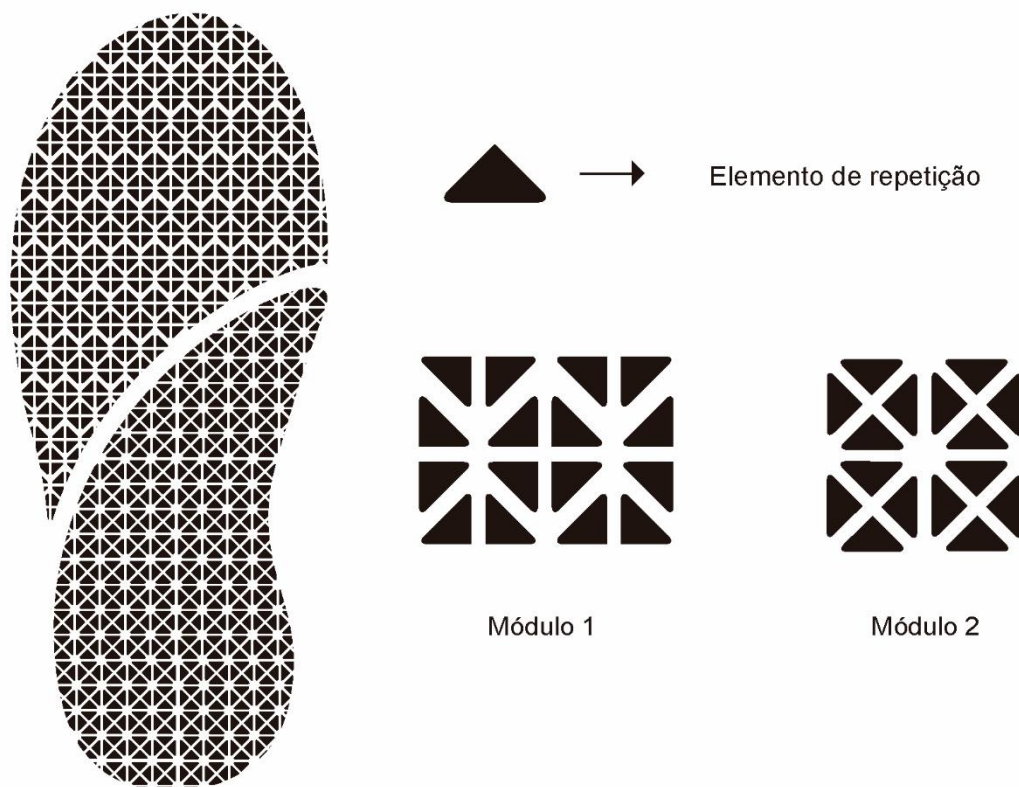
Fonte: Elaborado pela autora (2019)

Posteriormente ao desenvolvimento das possíveis alternativas para uma sola de sapato antiderrapante, se tornou viável a decisão de qual modelo teria a maior eficácia na aproximação com a característica da capacidade de aderência das lagartixas. O esboço de número 6 foi escolhido por apresentar a maior aproximação possível com a superfície presente na pata da lagartixa. A alternativa retrata em sua estrutura fundamental uma superfície coincidente com a da extremidade das setas presentes na pata de uma lagartixa, que por sua vez, possuem terminações em formatos triangulares e com diversas repetições. No modelo natural, as lagartixas não apresentam uma repetição definida para as setas ou espátulas, porém no modelo, foi escolhida dois tipos de repetições, justificando que o mesmo fique mais harmônico ao olhar, buscando uma melhor forma estética.

O modelo pré-definido, foi escaneado e sua superfície foi refeita a partir de *software* de edição de vetores, *Illustrator CS6*, conforme Figura 25. Pode ser observado duas padronagens, que são formadas a partir de dois módulos originando dois *Rapports*³ diferentes e apenas um elemento de repetição, um triângulo isósceles.

³ *Rapport* é uma palavra de origem inglesa que tem como significado repetição. No design de superfície é utilizado para denominar um tipo especial de repetições de módulos com encaixes perfeitos projetados para alcançar um resultado específico.

Figura 25: Ilustração vetorial da superfície escolhida conforme esboço e padronagens realizadas a partir do mesmo.



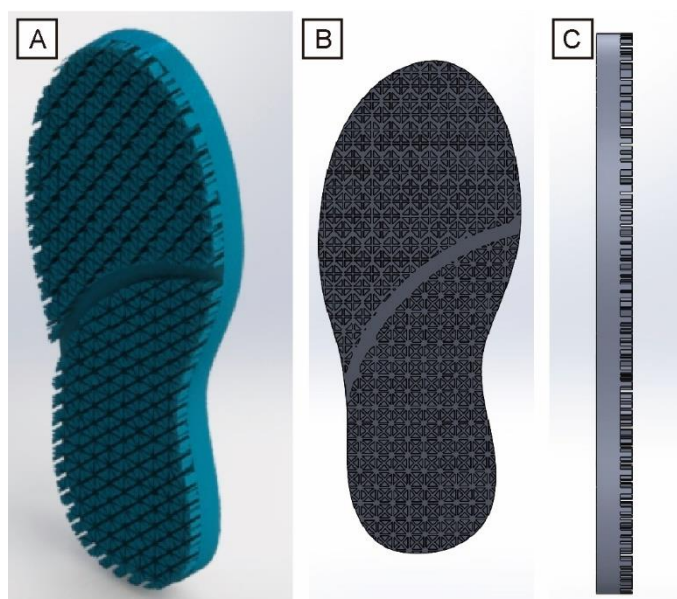
Fonte: Elaborado pela autora (2019)

6.4 Desenho de Construção

Baseando-se nas representações à cima, proposta pela ilustração do modelo final, se realizou a modelagem 3D da sola, utilizando o *software* Solidworks 2016 e sua renderização pela ferramenta PhotoView 360. A partir da modelagem concluída, foi possível obter suas vistas detalhadas bem como suas perspectivas (Figura 26).

No apêndice A pode ser conferido os desenhos técnicos resultantes da modelagem 3D, verificando-se assim suas medidas e proporções.

Figura 26: Modelagem 3D da sola em vista tridimensionais, vista isométrica renderizada (A); Vista frontal (B); Vista lateral (C).



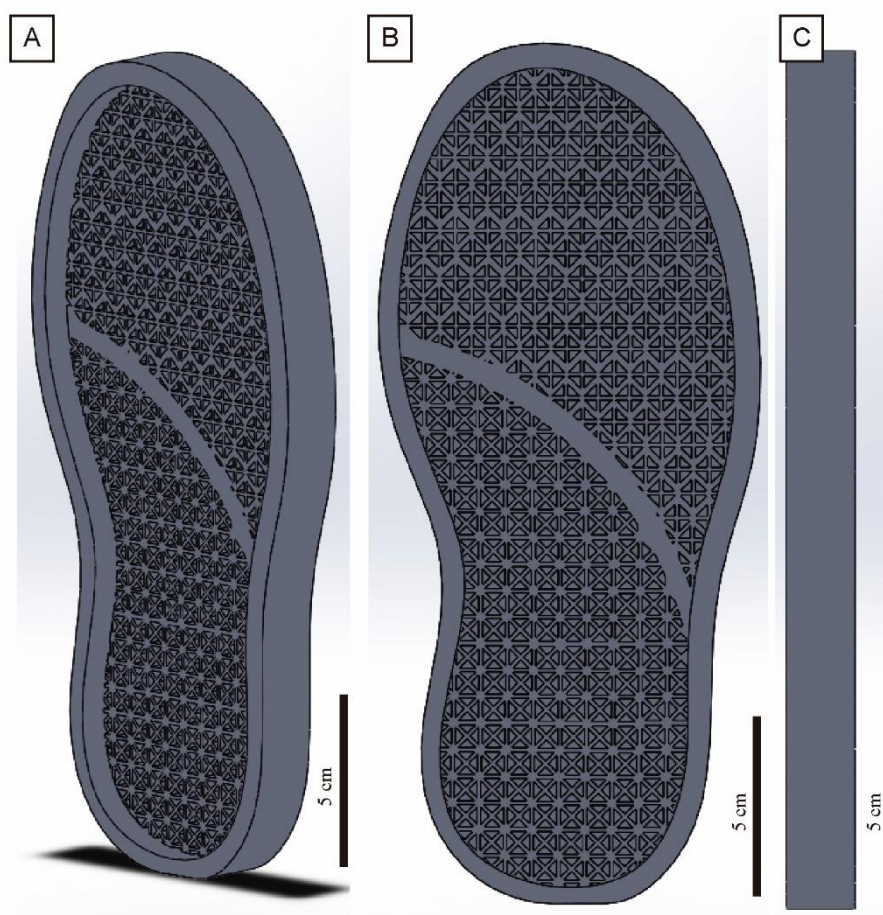
Fonte: Elaborado pela autora (2019)

A dimensão proposta para a peça criada em software de manipulação de imagens 3D foi baseada nas medidas de um sapato de tamanho 37, onde sua extensão é aproximada de 24 cm. A sola em sua totalidade apresenta espessura de 1,5cm, destes 1cm é formado por uma camada retilínea e 0,5 é composto pelos triângulos.

Uma representação de molde em formato negativo para a peça da sola também foi confeccionada, uma vez que foi necessária para a confecção deste em impressão 3D para realização de testes como será apresentado no decorrer deste trabalho. O molde apresenta as mesmas dimensões da peça, porém com acréscimo de rebarbas de cerca de meio centímetro nas laterais e na parte inferior (Figura 27).

Como referido anteriormente, a peça é feita por módulos que compõe *Rapports*, portanto, a superfície pode ser utilizada em qualquer dimensão, sendo de fácil adaptação nos diferentes tamanhos de calçados. A medida do elemento de repetição, no caso um triângulo isóscele, é de duas laterais de 3,5mm e ângulo de 90° e uma base de 4,94 mm.

Figura 27: Modelagem 3D do molde em negativo com vistas tridimensionais. Vista isométrica (A); Vista frontal (B) e Vista lateral (C).



Fonte: Elaborado pela autora (2019)

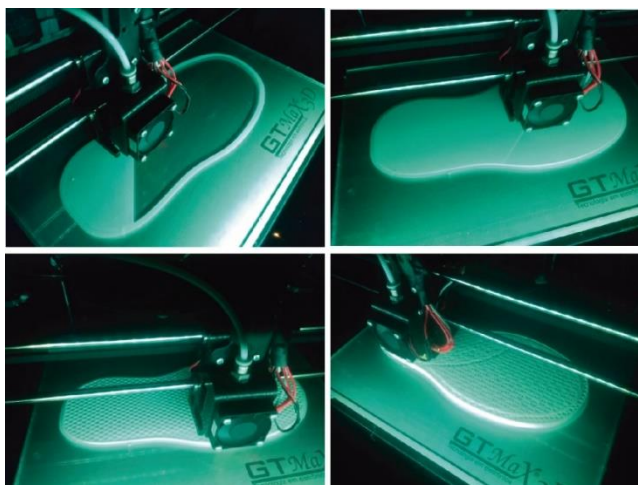
6.5 Confeção do modelo

Após realizada a criação da peça e de seu molde em *software* de ilustração 3D pode-se realizar a impressão do molde para um posterior vazamento do material a fim de originar a peça final. O arquivo gerado pelo *software Solidworks 2016* e exportado em formato STL⁴ foi enviado a uma empresa X para que pudesse ser realizado a impressão 3D do molde confeccionado.

⁴ STL é uma extensão de arquivos que descreve o layout de um objeto tridimensional. Ele usa uma série de triângulos vinculados para recriar a geometria da superfície de um modelo sólido. É um dos formatos mais indicados no uso de arquivos para impressão 3D.

A impressora utilizada neste caso foi a GTMAX H4 com sistema de impressão FDM, resolução média de impressão com camada de 0,2mm, material ABS (puro, sem adição de pigmento). O acabamento se deu mediante vapor por acetona para que sua superfície ficasse mais lisa e homogênea. Na Figura 28 pode ser analisado como se deu o processo de impressão descrito a cima. O resultado final do molde pode ser observado na Figura 29.

Figura 28: Processo de impressão 3D do molde em equipamento GTMAX H4.



Fonte: Elaborado pela autora (2019)

Figura 29: Peça final do molde.



Fonte: Elaborado pela autora (2019)

Finalizada a etapa de impressão 3D do molde, iniciou-se o processo de vazamento do material para resultado da peça final. O material escolhido para

confeção da sola foi a borracha de silicone somente para o modelo. O silicone apresenta características de alto desempenho, porém com um custo elevado. Seu uso se justifica por sua maior durabilidade do que outros polímeros, característica que auxilia na sua propriedade de antiderrapante, uma vez que há a necessidade que a textura permaneça inalterada por um longo período de tempo e com cargas de peso considerado sem alternar seus atributos.

A borracha de silicone utilizada na confecção do modelo foi selecionada devido seu custo benefício, possui fórmula exclusiva de seu fabricante. A cor utilizada foi a azul, porém não apresenta qualquer oscilação no resultado final, podendo ser utilizada em diversas variantes conforme a necessidade de combinação com o sapato em que será utilizada. Para endurecimento da borracha, usou-se o catalisador, disponibilizado pelo mesmo fabricante da borracha. Os materiais descritos a cima bem como outros materiais que auxiliaram na execução do molde como a vaselina, pincéis, vasilhames, instrumento para mistura e um balança podem ser observados na Figura 30.

Figura 30: Materiais utilizados na confecção do modelo final.



Fonte: Elaborado pela autora (2019)

O processo se deu inicialmente com o auxílio dos pincéis e do molde para que a vaselina pudesse lubrificar o mesmo, evitando maiores dificuldades na retirada da peça final. Em seguida foram misturados 300 gramas da borracha de silicone com 10 gramas do catalizador. A medida se justifica pela quantidade necessária para

preenchimento do molde e pela orientação de utilização do fabricante da borracha de silicone, que sugere como proporção de uso 100% de silicone para 3% de catalisador (em massa/peso), sendo assim, para cada 100 gramas de silicone, deve-se utilizar 3 gramas de catalisador, porém para controlar a densidade final da borracha, pode-se variar de 2% (menos densa) até 0,5% (mais densa).

O tempo de trabalho após misturado o catalisador a borracha é de aproximadamente 8 minutos, portanto, após a mistura ter ficado bem homogênea foi logo disposta dentro do molde, com cuidado para não formar bolhas de ar. O tempo de descanso foi de aproximadamente 6 horas até a separação do molde e da peça. No decorrer do processo de retirada manual, ocasionou-se a perda de alguns elementos triangulares de sua superfície, mas que não altera seu resultado final. Na Figura 31 pode ser observado o processo de produção da peça final.

Figura 31: Processo de produção do modelo final. Lubrificação do molde com vaselina (A); Pesagem da borracha de silicone e catalisador (B); Homogeneização da borracha de silicone e o catalisador (C); Mistura disposta no molde (D) e Secagem por 6 horas (E).



Fonte: Elaborado pela autora (2019)

O tempo total de cura do material utilizado foi de 5 dias. Na Figura 32 pode ser observado o resultado final do modelo confeccionado.

Figura 32: Resultado do modelo final.



Fonte: Elaborado pela autora (2019)

6.6 Testes Alternativo

Para comprovação da eficiência do modelo confeccionado enquanto a sua característica antiderrapante, foram realizados testes alternativos. Os primeiros testes foram realizados em comparação a demais sapatos disponíveis no mercado. Após para uma maior comprobabilidade, confeccionou-se uma segunda sola também em borracha de silicone com o padrão utilizado por um sapato já existente, voltado ao público idoso.

6.6.1 Testes com similares

Nos testes realizações com sapatos disponíveis no mercado, a escolha se deu pela aproximação de seu uso por pessoas de idades mais avançadas, sendo eles um sapato social masculino, um tênis conforto feminino e um sapato de borracha que se aproximasse do material utilizado no modelo confeccionado. O teste foi feito com uma superfície lisa, um azulejo de 56 cm, que se aproximasse com a textura de pisos convencionais utilizados em lares, uma balança suspensa tipo relógio com capacidade de até 50 Kg e uma carga de 2,5 Kg. Na Figura 33, pode ser observado os tipos de solados (sapatos) e materiais utilizados no teste.

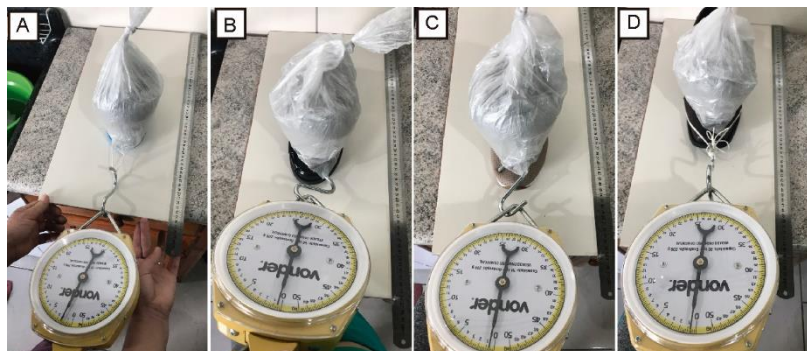
Figura 33: Sapatos e solas utilizados em teste alternativo. Modelo confeccionado em borracha de silicone (A); Tênis conforto feminino (B); Sapato com material emborrachado (C) e sapato social masculino (D). Superfície de teste, azulejo (E); Balança suspensa tipo relógio (F) e uma carga de 2,5 Kg (G).



Fonte: Elaborado pela autora (2019)

A execução do teste se deu com o posicionamento individual de cada sola testada sobre o azulejo e adicionado a carga de 2,5 kg sobre a mesma. O cálculo da força necessária para deslocamento de cada peça se deu por meio da balança posicionada horizontalmente e puxada em direção contrária. O primeiro teste se deu com o azulejo em posição plana e pode ser observado na Figura 34.

Figura 34: Primeiro teste em superfície plana no modelo do solado em borracha de silicone (A); sapato em material emborrachado (B); tênis conforto feminino (C) e sapato social masculino (D).



Fonte: Elaborado pela autora (2019)

O segundo teste foi realizado em uma superfície inclinada em um ângulo de 30° com o esforço submetido em posição de subida. Já no terceiro teste realizou-se uma estratégia contrária, onde utilizou-se uma inclinação de 30° com esforço submetido em situação de descida. Os testes podem ser observados nas Figuras 35 e 36 respectivamente.

Figura 35: Segundo teste no modelo do solado em borracha de silicone (A); sapato em material emborrachado (B); tênis conforto feminino (C) e sapato social masculino (D).



Fonte: Elaborado pela autora (2019)

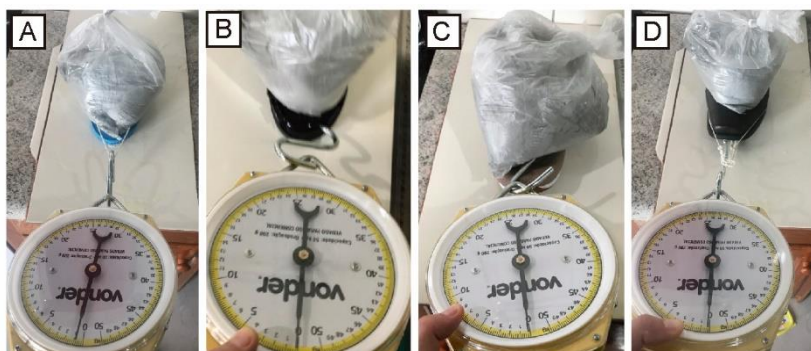
Figura 36: Terceiro teste em superfície inclinada com ângulo de 30° com esforço de descida no modelo do solado em borracha de silicone.



Fonte: Elaborado pela autora (2019)

Para comprovação de sua eficiência em condições adversas um quarto teste foi aplicado em posição plana, porém com a adição de água e detergente, o que deixou a superfície mais escorregadia (Figura 37).

Figura 37: Quarto teste no modelo do solado em borracha de silicone (A); sapato em material emborrachado (B); tênis conforto feminino (C) e sapato social masculino (D).



Fonte: Elaborado pela autora (2019)

6.6.2 Confecção do modelo equivalente a um produto já existente em borracha de Silicone.

Para a realização do teste com uma sola que tivesse o mesmo material do modelo criado fora confeccionado um novo molde a partir de um calçado já existente e voltado ao público idoso. O sapato escolhido, como pode ser visto na Figura 38 é

da marca Usaflex, que tem como principal enfoque sapatos do tipo conforto. Seu solado possui um padrão com formas triangulares, orgânicas e repetições do logo da marca.

Figura 38 - Sapato escolhido para criação de molde para confecção de modelo com o mesmo material para testes, visão superior (A); Visão inferior da região da sola e detalhamento da repetição existente (B).



Fonte: Elaborado pela autora (2019)

Para a confecção do molde a ser utilizado na criação da peça com o mesmo material do modelo criado, foram feitas algumas alternativas para a obtenção do resultado final. A primeira tentativa foi realizada com o auxílio da borracha de silicone, onde fora feito um molde em negativo no material e posteriormente passado vaselina para a inserção do mesmo produto (borracha de silicone), quando os produtos secaram os mesmos se uniram e não foi possível a retirada do material inserido.

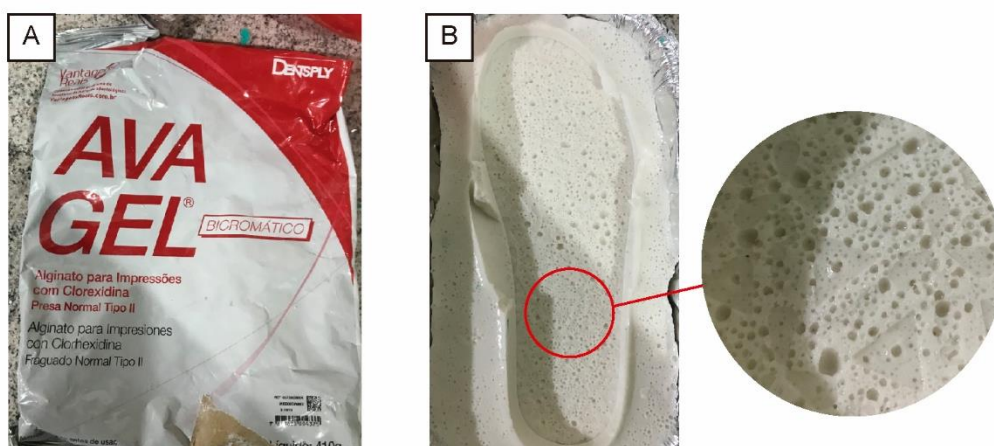
A segunda tentativa então, para a criação do molde foi utilizado o produto, Alginato, muito utilizado na área odontológica para a obtenção de matrizes. Mais uma vez o resultado não foi positivo, devido à grande quantidade de bolhas que se criaram enquanto o produto endurecia, não sendo possível então a formação correta do produto final, como pode ser visto na Figura 40.

Figura 39 - Material utilizado para confecção do molde (A); Molde finalizado (B); Molde com a inserção do mesmo material (C).



Fonte: Elaborado pela autora (2019)

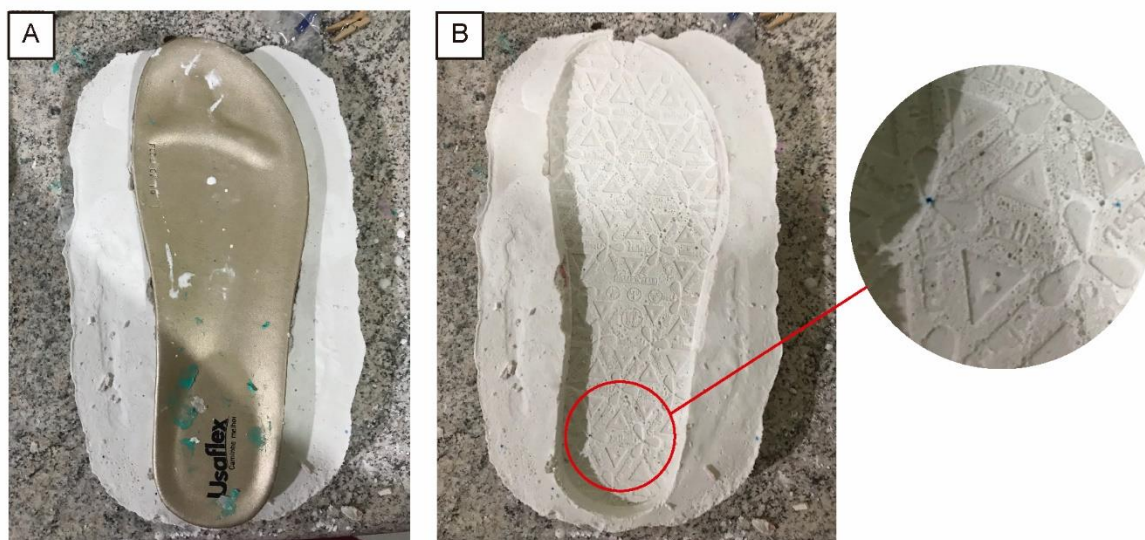
Figura 40 - Material utilizado para confecção do molde (A); Molde finalizado (B).



Fonte: Elaborado pela autora (2019)

Para a última tentativa foi utilizado o gesso. Primeiro foi feita a mistura do gesso com a água em proporções, sem seguida despejado em um recipiente e colocado o sapato com sua sola em contato com o material. Após a secagem do mesmo, foi feita a retirada do sapato com muito cuidado para não ocorrer nenhuma quebra formando-se assim o molde utilizado para a confecção da sola do sapato em silicone. Posteriormente foi inserido a borracha de silicone no molde em gesso e após a secagem do mesmo obteve-se então o resultado final desejado (Figura 42).

Figura 41 - Sola do sapato inserida no gesso (A); Molde final (B).



Fonte: Elaborado pela autora (2019)

Figura 42 - Sola em borracha de silicone com o mesmo padra utilizado em um calçado voltado para o p público idoso.



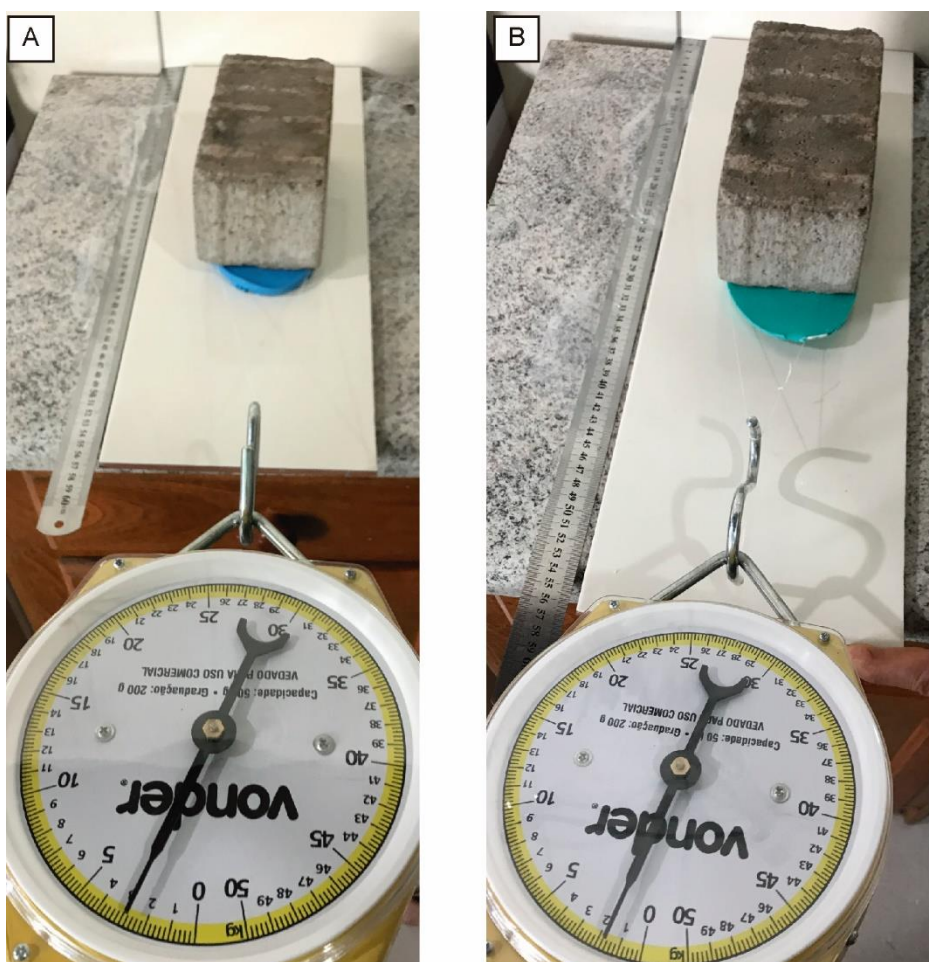
Fonte: Elaborado pela autora (2019)

6.6.3 Testes nos dois modelos com o mesmo material

Para a realização do teste a fim de se comparar a aderência de cada sola com o mesmo material, a borracha de silicone, foram realizados testes com o auxílio de carga de aproximadamente 2,5 kg e um azulejo como superfície, uma balança suspensa tipo relógio com capacidade de até 50 kg.

A execução do primeiro teste se deu com o posicionamento do azulejo em posição plana e a realização de uma força, dimensionada através da balança suspensa como pode ser visto na Figura 43.

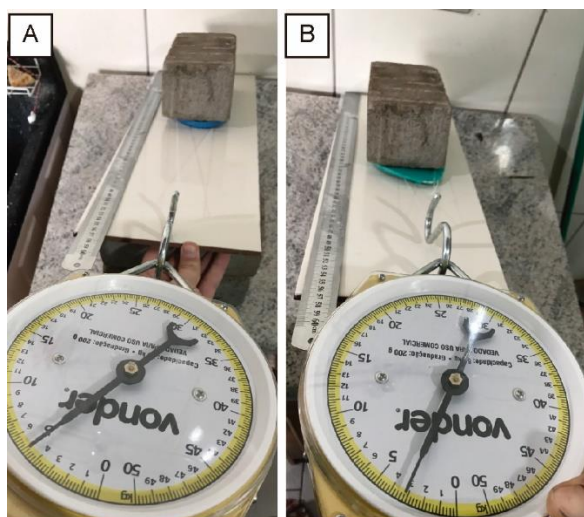
Figura 43 - Testes em superfície plana nos modelos confeccionado para características antiderrapantes e (A); Modelo confeccionado a partir de calçado já existente no mercado (B).



Fonte: Elaborado pela autora (2019)

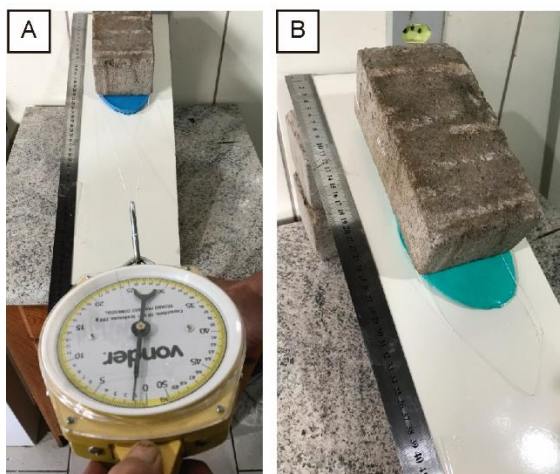
O segundo teste foi realizado em uma superfície inclinada em um ângulo de 30° com um esforço submetido em posição de subida. Em seguida, para o terceiro teste, realizou-se em posição contrária, com uma inclinação de 30° com esforço submetido em posição de descida.

Figura 44 - Segundo teste nos modelos confeccionado para características antiderrapantes e (A); Modelo confeccionado a partir de calçado já existente no mercado (B).



Fonte: Elaborado pela autora (2019)

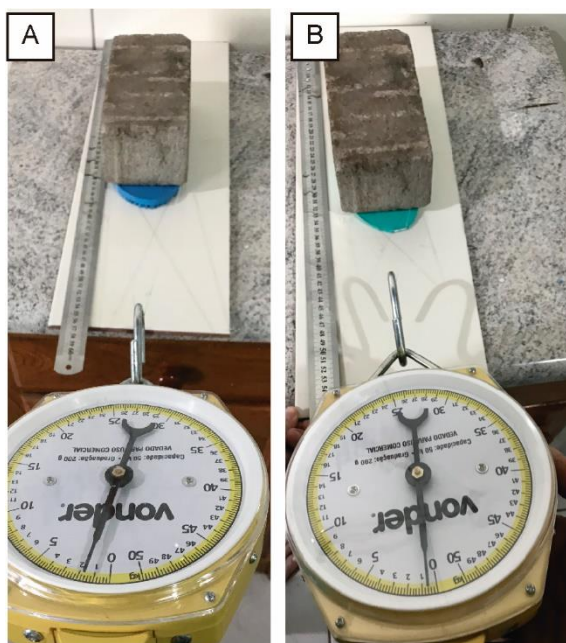
Figura 45 - Terceiro teste nos modelos confeccionado para características antiderrapantes e (A); Modelo confeccionado a partir de calçado já existente no mercado (B).



Fonte: Elaborado pela autora (2019)

Por fim, o último teste realizado foi novamente em posição plana, porém com a adição de água e detergente deixando assim a superfície mais escorregadia.

Figura 46 - Quarto teste nos modelos confeccionado para características antiderrapantes e (A); Modelo confeccionado a partir de calçado já existente no mercado (B).



Fonte: Elaborado pela autora (2019)

6.7 Resultados e discussões

Foram realizados um total de 20 testes de produtos similares, com quatro objetos subdivididos em quatro categorias, sendo elas caracterizadas como superfície plana, superfície inclinada em ângulo de 30° com esforço submetido em posição de subida, superfície inclinada em 30° com esforço submetido em situação de descida, superfície plana com adição de água e detergente. Para compreensão dos resultados, considerou-se a força resultante obtida por meio da balança em Kg como o expoente de aderência do material a superfície, ou seja, quanto mais força aplicada, maior é a aderência do objeto em relação a superfície.

O primeiro teste realizado em superfície plana apresentou resultados que mostraram uma diferença de valores, onde o primeiro teste do modelo confeccionado em borracha de silicone foi necessário uma força equivalente a 2 Kg para seu deslocamento. Para a sola do sapato em material emborrachado foram necessários 600 g de esforço, para o tênis conforto feminino e para o sapato social masculino foi necessário 800 g para que se observasse a movimentação dos mesmos. Já o segundo teste se deu com a superfície inclinada em um ângulo de 30° com o esforço submetido em posição de subida. Para movimentação da sola confeccionada em material de borracha de silicone foram necessários empregar uma força de 3,6 Kg. O sapato em material emborrachado utilizou 1 Kg, mesmo esforço empregado para movimentação do sapato social masculino. O tênis conforto feminino, por sua vez, utilizou 1,2 Kg.

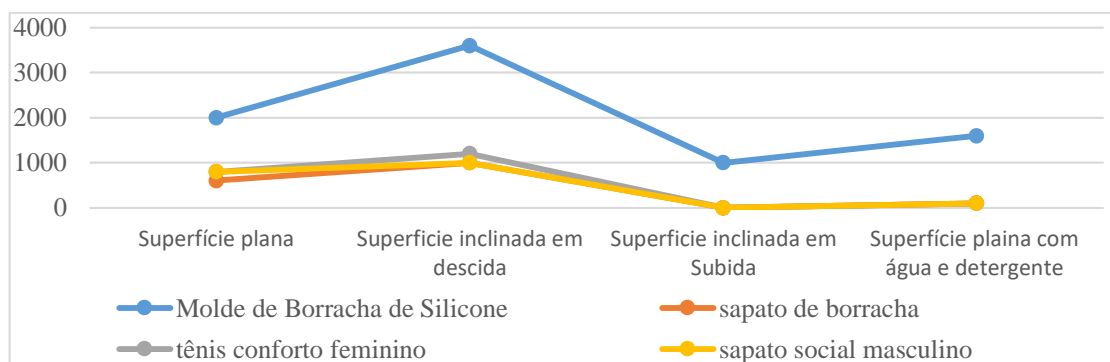
O terceiro teste foi realizado com uma inclinação de 30° com esforço submetido em situação de descida. O resultado obtido pela peça criada a partir da biônica inspirada na pata de uma lagartixa foi de uma força de 1 Kg necessário para seu deslocamento. Os demais materiais apresentaram deslocamento sem aplicação de qualquer força, não sendo possível calcular o resultado exato do esforço. Quando adicionado água e detergente à superfície plana, os resultados obtidos pela sola do modelo de borracha de silicone continuou apresentando maior necessidade de força para deslocamento, neste caso foi necessário aplicar 1,6 Kg, os restantes apresentaram a necessidade de aplicação de uma força de 100 g. Na Tabela 1 juntamente com o a Figura 47 pode ser observado e comparado a força resultante para cada teste realizado.

Tabela 1- Resultado das forças aplicadas para cada objeto testado em gramas.

	Superfície Plana	Superfície inclinada em descida	Superfície inclinada em subida	Superfície plana com água e detergente
Molde de borracha de silicone	2000	3600	1000	1600
Sapato de borracha	600	1000	0	100
Tênis conforto feminino	800	1200	0	100
Sapato social masculino	800	1000	0	100

Fonte: Elaborado pela autora (2019)

Figura 47 - Resultado das forças aplicadas para cada objeto testado em gramas



Fonte: Elaborado pela autora (2019)

Os testes realizados com as solas de mesmo material seguiram os mesmos princípios aprestados anteriormente. Foram realizados um total de quatro testes para cada sola. O primeiro teste se deu em uma superfície plana com o auxílio de uma carga de aproximadamente 2,5 Kg e um azulejo. Os resultados observados foram de que para o modelo confeccionado com características antiderrapantes foi necessária uma força de 3kg para sua movimentação, enquanto no modelo confeccionado a partir de uma sola já existente foi necessária uma força de 1,8Kg.

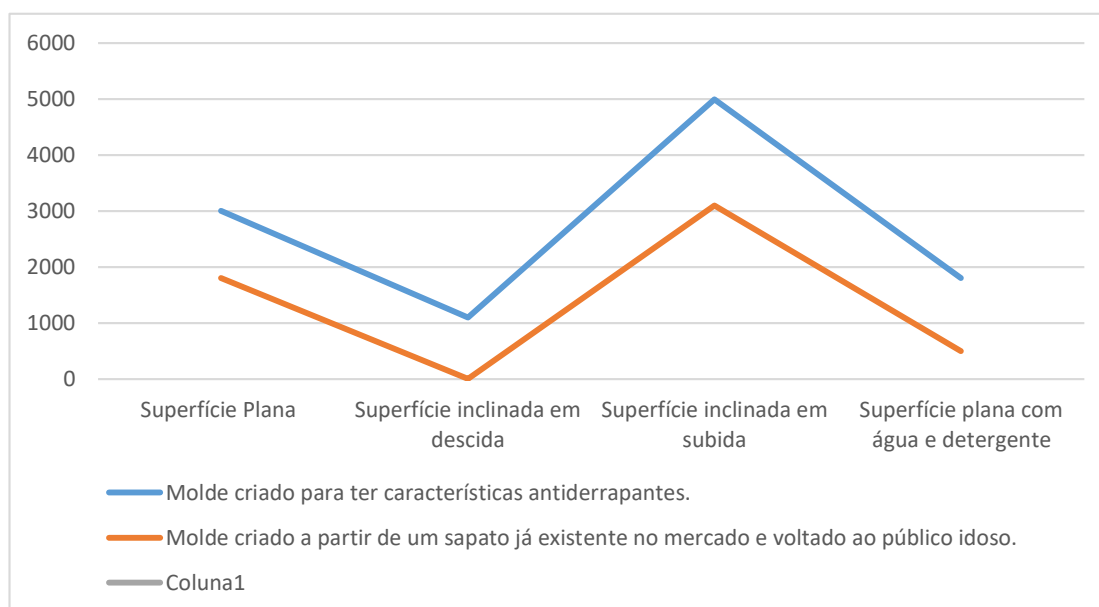
No segundo teste, realizado em uma superfície em posição de subida, o primeiro modelo apresentou uma força necessária para seu deslocamento de 5Kg enquanto o segundo modelo precisou de uma força de 3,1kg. Já no teste em posição de descida o modelo criado a partir de uma sola já existente não precisou de nenhuma força para apresentar deslocamento, enquanto o modelo criado para ter características antiderrapantes precisou de uma força de 1,1Kg.

No último teste, com a adição de detergente e em superfície plana, o modelo criado para ter características antiderrapantes apresentou uma força necessária para deslocamento de 1,8Kg já o segundo modelo precisou de uma força equivalente a 500 gramas. Na tabela a seguir podem ser comparadas as forças aplicadas em cada teste realizado bem como na Figura 36 pode ser observado em gráfico os resultados obtidos.

Tabela 2- Resultado das forças aplicadas para cada objeto testado em gramas nos testes realizados com o mesmo material.

	Superfície Plana	Superfície inclinada em descida	Superfície inclinada em subida	Superfície plana com água e detergente
Molde criado para ter características antiderrapantes.	3000	1100	5000	1800
Molde criado a partir de um sapato já existente no mercado e voltado ao público idoso.	1800	0	3100	500

Figura 48 - Resultado das forças aplicadas para cada objeto testado em gramas nos testes realizados com o mesmo material.



Após os testes observou-se que a peça desenvolvida neste trabalho obteve uma grande disparidade comparado com os demais sapatos quando tratado da força exercida para deslocamento da mesma, característica esta, que a torna mais eficiente enquanto menor o deslizamento e atrito, podendo ser dito que a mesma apresenta maior característica antiderrapante do que os demais exemplares testados.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio das pesquisas realizadas pelo presente trabalho, fica evidente o crescimento mundial da população idosa, que trazem à tona a consciência da existência da velhice como uma questão social. Este fenômeno está relacionado diretamente a problemas como crise de identidade, mudança de papéis, aposentadoria, perdas diversas, diminuição de contatos sociais e maior vulnerabilidade a eventos que tornam esta população incapacitada, como as quedas. A sociedade por sua vez não está preparada para esta mudança no perfil populacional, o que configura o não acompanhamento da qualidade de vida dos mais velhos.

Verificou-se que as quedas podem acometer qualquer indivíduo, porém mostram-se em números mais elevados quando mencionadas na população idosa aumentando consideravelmente seus níveis de dependência. Suas consequências podem variar de traumas, lesões, fraturas e ferimentos leves à risco de morte, medo de cair, restrição de atividades, declínio na saúde, aumento do risco de institucionalização, além de afetarem os demais indivíduos que estão ao entorno do idoso, como familiares e cuidadores. Apesar de ocorrerem por causas diversas, elas podem ser prevenidas e evitadas tendo assim, a segurança do idoso como motivo de preocupação.

Por meio do papel positivo do design social em projetos que visem uma intervenção na sociedade a fim de atender a uma necessidade humana, o presente estudo considerou de extrema importância encontrar meios de incorporar os idosos na sociedade. Tendo em vista, as causas e consequências das quedas nesta parcela

da população iniciou-se estudos que viabilizassem a criação, por meio da ferramenta biônica, de um produto com a finalidade de inibição dos eventos de escorregamento.

Desta forma, a pesquisa teórica permitiu a obtenção de conhecimentos dos assuntos relacionados ao pé, verificando-se por meio de sua antropometria suas duas principais funções, a de resistência e flexibilidade. As questões ergonômicas levantadas em relação ao calçado mostraram que sua utilização é de fundamental importância para a correta modelagem, ao design adequado e a sua função de utilização, evitando assim problemas em relação a seu uso ou inadequação.

Para uma melhor compreensão da aplicação da Biônica no projeto de produtos, foram levantados alguns casos de analogia da lagartixa e sua capacidade de aderência para produtos que cumprissem com a mesma função. O conhecimento adquirido durante a etapa de pesquisa para o referencial teórico, foi imprescindível nas etapas projetuais posteriores. A fim de projetar preservando-se de erros e viabilizar um produto que proporcione a característica antiderrapante e como consequência a diminuição de quedas, este trabalho propôs para seu desenvolvimento o uso da metodologia de Kindlein e Guanabara (2002).

Por meio disto, a fim de se verificar a eficácia dos dados levantados e validade a metodologia escolhida, foram realizados processos que culminaram na criação de um produto final e em sua verificação quanto a característica desejada por meio de testes alternativos. Os testes alternativos foram realizados a partir da comparação com outros três calçados, escolhido por sua proximidade ao público mais velho e por suas características quanto aos materiais e posteriormente comparado com uma sola de sapato já existente, porém com o mesmo material do modelo final. Observou-se que a peça desenvolvida obteve melhores resultados comparado aos demais, por isso considera-se como resultados positivos, sendo assim o estudo passível de utilização para o mercado.

No entanto, é sugerido aqui, em caso de utilização futura, que a sola passe por processos de testes validados pela Associação Brasileira de Normas Técnicas para ser comprovado a sua resistência ao escorregamento e assim poder adquirir certificados de aprovação. O material para fabricação em larga escala não foi determinado, pois considera-se uma variação muito grande disponível no mercado que tenha propriedades que conferem a sola maior adesão a superfície. Como visto

anteriormente as empresas que fabricam solados antiderrapantes utilizam variações de borracha natural, borracha sintética com ou sem adição de composições.

Por fim, compreendeu-se que é possível projetar para necessidades reais dos seres humanos, voltando-se a um design mais social e que ande em harmonia com a natureza, a fim da criação de uma sociedade mais justa e igualitária.

REFERÊNCIAS

ABREU, Débora Regina de Oliveira Moura et al. **Internação e mortalidade por quedas em idosos no Brasil: análise de tendência**. Ciênc. saúde coletiva 2018, vol.23.

AGÊNCIA DE NOTÍCIAS. IBGE. **Número de idosos cresce 18% em 5 anos e ultrapassa 30 milhões em 2017**, 2018. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/20980-numero-de-idosos-cresce-18-em-5-anos-e-ultrapassa-30-milhoes-em-2017>>. Acesso em: 20 mar.2019.

ANDRADE, José Eduardo Pessoa de; CORRÊA, Abidack Raposo. **Panorama da Indústria mundial de Calçados, com Ênfase na América Latina**. BNDS, Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, 2001. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/2724/1/BS%2013%20Panorama%20da%20ind%C3%BAria%20mundial_P.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2019.

ARRUDA, Amilton. **Como a Bionica e Biomimética se relacionam com as estruturas naturais na busca de um novo modelo de pesquisa projetual**. Universidade Federal de Pernambuco, Grupo de Pesquisa em Biodesign e Artefatos Industriais, [2014?]

ARRUDA, Amilton; SOARES, Theska. **Ecomateriais Biomiméticos: um Caminho Eficiente para a Sustentabilidade**. Mix Sustentável, Florianópolis, v.3, p.29-45,2017.

AVEIRO, Mariana Chaves et. al. **Mobilidade e risco de quedas de população idosa da comunidade de São Carlos**. Ciênc. saúde coletiva 2012, vol.17.

BENYUS, Janine M. **Biomimética Inovação Inspirada pela Natureza**. 1 ed., São Paulo, Cultrix, 2012.

BICALHO, Ricardo; **Adesivo usando o poder das lagartixas**. Meio Bit, 2009. Disponível em: <<https://meiobit.com/35902/adesivo-usando-o-poder-das-lagartixas-geckos/>>. Acesso em: 05 jun. 2019

BRASIL. Lei nº 8.842, de 04 de Janeiro de 1994. **Política Nacional do Idoso**, Art. 2º. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L8842.htm>. Acesso em: 20 mar. 2019

BROECK, Fabrício Vanden. **Bionica e Design**, [2013?]. Disponível em: <<http://carlosrighi.com.br/177/Bionica/Bionica%20e%20Design%20-%20Vanden%20Broeck.pdf>> Acesso em: 23 mar.2019

CABERLON, Iride Cristofoli; BÓS, Ângelo José Gonçalves. **Diferenças sazonais de quedas e fraturas em idosos gaúchos**. Ciência & Saúde Coletiva, v. 20, p. 3743-3752 2015.

CAMARGO, Mirela Castro Santos; GONZAGA, Marcos Roberto. **Viver mais e melhor? Estimativas de expectativa de vida saudável para a população brasileira**. Cadernos de Saúde Pública, v.31, p. 1460-1472 , 2015.

CANADA, EPI Calçados Profissionais LTDA, Stick Shoes, **Conheça nossas linhas de produtos**. 2019 Disponível em: < <https://www.stickshoes.com.br/nossas-linhas/>>. Acesso em: 17 set. 2019.

CARVALHO, José Alberto Magno de; GARCIA, Ricardo Alexandrino. **O envelhecimento da população brasileira: um enfoque demográfico**, Cadernos de Saúde Pública, v. 19, p. 725-733. 2003

CASTRO, Alessandra Paiva de. **Características antropométricas dos pés de indivíduos idosos**. 2007. 175 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2007.

CELICH, Kátia Lilian Sedrez et al., **Fatores que predis põem às quedas em idosos**. Revista Brasileira de Ciências do Envelhecimento Humano, v. 7, n. 3, 22 abr. 2012.

CORRÊA, Vanderlei Moraes; BOLETTI, Rosane Rosner. **Ergonomia: fundamentos e aplicações**. Porto Alegre: Bookman, 2015.

COSTA, Maria Fernanda Lima; VERAS, Renato. **Saúde pública e envelhecimento**. Cadernos de Saúde Pública, v.19, p. 700-701, 2003

DAPPER, Silvia Trein Heimfarth. **Desenvolvimento de Textura Bioinspirada no Líquen Parmotrema Praesorediosum Visando a Adesão da argamassa de Revestimento em Painéis de Concreto**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Arquitetura, 2013.

ESCOBAR, Eulalia Maria Aparecida; FAVERO, Daniela; PISSOLATO, Jessica Felizardo. **Relato de Experiência: Oficinas Sobre o Envelhecimento Ativo**. Revista Ciência em Extensão, v. 13, n. 4, p. 101, 2017.

FABRICIO, Suzele Cristina Coelho; RODRIGUES, Rosalina A Partezani; COSTA

FERREIRA, Natalie Rodrigues Alves. **O Calçado como Artefato de Proteção à Diferenciação Social: A história do Calçado da Antiguidade ao Século XVI.** *Ciência et Praxis*, v. 3, p. 83 – 90, 2010.

FUJEWARA, **Grip Rubeer Flex In Natura**. 2019 Disponível em: <<http://fujiwara.com.br/tecnologia/grip-360/>>. Acesso em: 17 out. 2019.

GERMAIN, Blandine Calais; **Anatomia para o movimento**. São Paulo: Manole, 2002.

GOMES FILHO, João. **Ergonomia do objeto: sistema técnico de leitura ergonômica**. 2. ed. rev. ampl. São Paulo: Escrituras, 2010.

GUIDINI, P. F.; MENDES, T. **Força de Van der Waals**. Disponível: http://www.ifsc.usp.br/~lattice/wp-content/uploads/2014/12/PriscilaGuidini_ForcadeVanderWaals.pdf Acessado em outubro de 2018. Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2014.

ISHIZUKA, Marise Akemi..**Avaliação e comparação dos fatores intrínsecos dos riscos de quedas em idosos com diferentes estados funcionais**, Campinas, SP: [s.n.], 2003

JAHANA, Kelly Onaga; DIOGO, Maria Jose D'Elboux. **Quedas em idosos: principais causas e consequências**. *SAÚDE COLETIVA*. São Paulo, v. 4, n. 17, p.148-153, 2007.

JUNIOR, Moacyr Lobo da. **Causas e conseqüências de quedas de idosos atendidos em hospital público**. *Rev. Saúde Pública* 2004, vol.38, n.1, pág.93-99.

KINDLEIN JUNIOR, W, & GUANABARA, A. S. **Methodology for product design based on the study of bionics**. *Materials & Design*, 2002 26(2), pp. 149-155.

LAVER, James. **A roupa e a moda: uma historia concisa**. São Paulo: Cia. da Letras, 2002

LEMA, Thales de. **Os répteis do Rio Grande do Sul**. Edipucrs. Porto Alegre. 2002

MACHADO, Tatiana Rocha et al. **Avaliação da presença de risco para queda em idosos**. *Revista Eletrônica de Enfermagem*, v. 11, p. 32-38, 2009. Disponível em: <<https://www.revistas.ufg.br/fen/article/view/46862/22988>> . Acesso em: 22 de mar.2019

MAIA, Bruna Carla et al . **Consequências das quedas em idosos vivendo na comunidade**. *Rev. bras. geriatr. gerontol.*, Rio de Janeiro , v. 14, n. 2, p. 381-393, June 2011

MALTA, Deborah Carvalho et al. **Características e fatores associados às quedas atendidas em serviços de emergência**. Revista de Saúde Pública, v. 46, p.128-137, 2012.

MANZINI, Ezio. **Design.quando todos fazem design: uma introdução ao design para a inovação social**, São Leopoldo: UNISINOS, 2017.

MARGOLIN, Victot; MARGOLIN, Sylvia. **Um “Modelo Social” de Design: Questões de Prática e Pesquisa**. Design em foco, v.01, p. 43-48, Salvador – BA, 2004.

MELO JÚNIOR, Tadeu Artur de; SANTOS, Cristina dos, **Materiais e Processos de Solados Destinação Final de Resíduos em Empresas Calçadistas no Município de Franca – SP**; Diálogos Acadêmicos; 2017

MENDES, Marcia R.S.S. Barbosa et al. **A situação social do idoso no Brasil: uma breve consideração**. Acta Paulista de Enfermagem, São Paulo, v. 18, p. 422-426. 2005.

MUNARI, Bruno. **Das coisas nascem coisas**. 2. ed. São Paulo, Coleção A, 2008.

NOVAES, Gabriela Caldeira de Castro. **Os Sapatos ao Longo da Existência Humana e Sua Contemporaneidade**. AntennaWeb, n. 2, lbmoda, [entre 2005 e 2010]. Disponível em < <https://www.antennaweb.com.br/edicao2/artigos/pdf/artigo4.pdf> > Acesso em 25 mar 2019.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Envelhecimento ativo: uma política de saúde**. Brasília. Organização Pan-Americana da Saúde, 2005. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/envelhecimento_ativo.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2019.

PASSOS, Verônica Thomazini; KARAMARU, Antônio Takao. **História do Calçado: Uma Trajetória de Design e Ergonomia**. VIII Colóquio de Moda, 5º Congresso Internacional, 2012.

PAULA, Fátima de Lima. **Envelhecimento e quedas de idosos**. Rio de Janeiro: Apicuri, 2010.

PERRACINI, Monica Rodrigues; **Prevenção e manejo de quedas**. In: Ramos LR. Guia de geriatria e gerontologia. São Paulo: Manole; 2005. p.193-208.

PERRACINI, Monica Rodrigues; RAMOS, Luiz Roberto. **Fatores associados a quedas em uma coorte de idosos residentes na comunidade**. Rev. Saúde Pública, São Paulo , v.36, n.6, p.709-716, 2002.

RAMOS, Jaime; SELL, Ingeborg. **A biônica no projeto de produtos**. Production, v.4, p. 95-108 , 1994.

SABRINAS & PÓS DE ARROZ; Blog, **Anatomia do Calçado**, 2011. Disponível em: <<http://sabrinasepodearroz.blogspot.com/2011/07/anatomia-do-sapato.html>>. Acesso em: 04 jun. 2019.

SAFETLINE. **Resistência ao escorregamento do Solado**. 2019. Disponível em: <<https://www.safetline.com.br/resistencia-ao-escorregamento/>>. Acesso em: 26 out. 2019.

SALVADOR, Roner José. **Metodologia biônica em dobradiça de móveis**, 2003. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/5757>>. Acesso em: 24 mar. 2019.

SANTOS, F., Araújo, M., Cendoroglo, M., & Trevisani, V. . **Patologias no pé do idoso**. Revista Brasileira De Ciências Do Envelhecimento Humano, 2009

SHIGUEMATU, Camila Akemi Nakamurau. **Fazendo conexões com o mundo real: uso de conceitos e modelos da física no contexto da zoologia**. 2011.

SOARES, Marina Arminda Ribeiro. **Biomimetismo e Ecodesign: Desenvolvimento de uma ferramenta criativa de apoio ao design de produtos sustentáveis**. Universidade Nova de Lisboa, Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2008.

SOARES, T.L.F. et. al. **A Relação entre a Biomimética e a Geodésia de Buckminster Fuller no Planejamento de Construções Sustentáveis**. 7º Congresso Luso Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável. Contrastes, Contradições e Complexidades, Maceió, 2016.

SOFT, Works EPI. **Produtos**. 2019 Disponível em: <<https://www.softworksepi.com.br/bb65.html>>. Acesso em: 04 set. 2019.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Desenho técnico do modelo

